

# INNOVATÍV GÉPÉSZETI TERMÉKFEJLESZTÉS

## INNOVATIVE MECHANICAL ENGINEERING, PRODUCT DEVELOPMENT

Dr. Kamondi László \*

### ABSTRACT

*Nowadays it is a great challenge for the product developers to fulfil the harder and harder requirements of the era. Quick and economic solution of the product functions needs large research works and strict quality management. In this paper some most important subjects of development- methodology and function-solution are presented, which can offer the possibility of application and orientation for the developers.*

### 1. A KUTATÁSOK CÉLKITŰZÉSEI

A termékvilág fejlődése a technikai, technológiai fejlesztésekkel, az emberi tudás fejlődésével újabb és újabb kihívásokat jelent a fejlesztők számára, mert a fejlesztett terméket meg kell feleltetni a minőségi-, gazdasági- és környezeti feltételeknek, ugyanakkor a versenyhelyzet miatt, ezt véges határidőn belül kell biztosítani.

A műszaki termékek számos olyan alapfunkciókkal rendelkeznek, melyeket tervezési szempontból újra kell gondolni ahhoz, hogy a termék-megfelelőséget a kor pillanatnyi követelményeinek biztosítani tudják. Az alapfunkciók nagy hányada a termékeknel az energiaátviteli lánc elemeit jelenti, melyek alapvetően a mozgásformák átvitelét, ill. megváltoztatását valósítják meg.

A 4. Kiválósági Központoz tartozó 4. Tudományos Kutató Műhely műszaki termékek néhány alapfunkciójának kutatására és megfelelőségi vizsgálatára helyezi a hangsúlyt. Ennek megfelelően a következő témákat emeljük ki, mint a hajtásláncban az energiaátvitel biztosításában a kutatás számára fontosakat:

- Fogazott tengelykapcsolók kinematikai és dinamikai viselkedése.
- Hajtásrendszerek szabadonfutói viselkedése.
- A nagy áttételű hajtáselemek.
- Nem szimmetrikus fogazott elempárok kapcsolódási jellemzői.
- Műanyag fogaskerekek tervezése és alkalmazása.
- Fogazott elempárú hajtások környezeti megfelelősége.

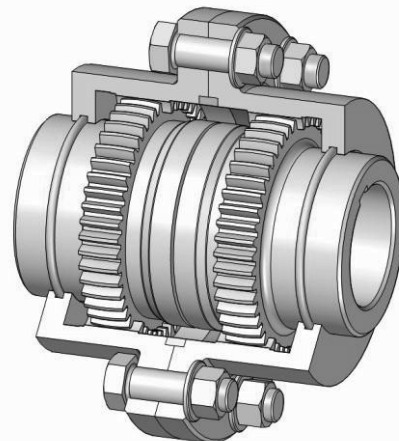
\* egyetemi docens, tanszékvezető, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

- Fogaskerekek kapcsolódás közbeni dinamikai viselkedése.
- A természeti analógiák alkalmazása a termékfejlesztésben.
- A környezettudatos tervezés kérdései.
- Optimalizálási lehetőségek a termékfejlesztésben.

### 2. FOGAZOTT TENGYELYPAPCSOLÓK KINEMATIKAI ÉS DINAMIKAI VISELKEDÉSE

A kutatás célja a tengelykapcsoló hibakompenzáló képességének meghatározása (Dr. Sente József egyetemi docens és Kelemen László PhD hallgató kutatása). Ennek érdekében az alábbi kutatások elvégzése szükséges:

- Javaslat a belső fogazatú kerék fogazatának a külső fogazatú kerék hordósított fogazatának gyártására.
- A gyártással összhangban a fogfelületek matematikai modelljének előállítás.
- A fogazatkapcsolódás elemzésével a tengelykapcsoló hibakompenzáló képességének meghatározása.
- Kapcsolat keresése a hordósítási paraméterek és a hibák kompenzálásának mértéke között.
- A tengelykapcsoló teherbírásának számítása és tengelykapcsoló kenésének vizsgálata.



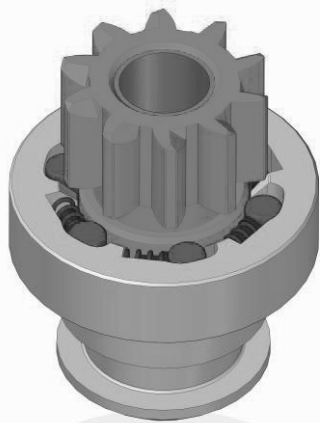
1. ábra. Fogaszűrűs tengelykapcsoló

Az eddigi kutatások során a tengelykapcsoló (1. ábra) két alapelemének, a belső fogazatú gyűrűnek és a külső

fogazatú domborított fogaskeréknek a gyártási lehetőségei, ill. a gyártással összhangban a fogfelületek matematikai modellezése kerültek kidolgozásra [1], [2]. A továbbiakban a tengelykapcsoló kenésével, valamint a fogaskerek kapcsolódás elméletének felhasználásával a hibakompenzáló képesség meghatározására kell irányítani a kutatást.

### 3. HAJTÁSRENDSZEREK SZABADONFUTÓI VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Forgásirány-kapcsolón olyan tengelykapcsolót értenek, amelyik csak az egyik forgásirányban tud nyomatékot továbbítani, az elemek összekapcsolását, ill. szétválasztását automatikusan végzi (Dr. Sente József egyetemi docens, Bihari Zoltán adjunktus kutatása). A tengelykapcsoló kétféle üzemi állapota: a kapcsolás és a szabadonfutás. A kapcsolás állapotában a tengelykapcsoló hajtó és hajtott eleme ugyanakkora fordulatszámmal forog. A szabadonfutásra az jellemző, hogy a hajtó oldal fordulatszáma alacsonyabb a hajtotténál. A két működési állapot közötti átmeneteket zárásnak, ill. nyitásnak nevezik.



2. ábra. Görgős szabadonfutó

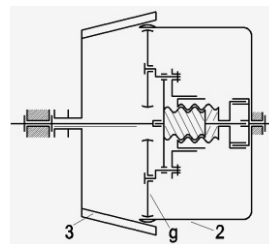
Kidolgozásra került egy olyan módszer, amely segítségével meghatározható a csillagkerék profilgörbéjének az alakja. A módszer lehetővé teszi ismeretlen szabadonfutók rekonstrukcióját [3], [4].

Az elméleti elemzéseket gyakorlati mérések követik. Ezek elvégzéséhez szükség van egy speciális mérőberendezés megtervezésére, amelynek hajtóegysége által generált rezgés csak elhanyagolható mértékben zavarja a vizsgált szabadonfutót. A valós darabokon elvégzendő mérések célja, hogy a szabadonfutók károsodása és a kialakult nyitás irányú súrlódási zaj között van-e valamilyen kapcsolat. A súrlódó nyomaték méréssel történő meghatározása lehetőséget teremthet az egyes elemek közötti súrlódási tényező pontosítására.

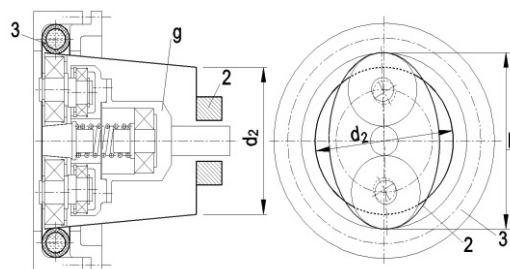
A kutatás áttekintette a görgős szabadonfutók működését, geometriáját, vizsgálta a terhelhetőséget, továbbá meghatározta az állandó záró-szöget biztosító geometria feltételét.

### 4. A NAGY ÁTTÉTELŰ HAJTÁSELEMEK KUTATÁSA

A kutatás célja a dörzs bolygó- és hullámhajtások geometriai, kinematikai és dinamikai viszonyainak tisztázása, konstrukciós megoldások figyelembe vételével (Németh Géza adjunktus, Prof. Döbröczöni Ádám, Dr. Péter József egyetemi docens kutatása). Fogaskerék-hullámhajtómű esetén a feladat a hullámkerék rugalmas alakváltozásának vizsgálata



3. ábra. Dörzs-hullámhajtómű terheléssel arányos előfeszítéssel



4. ábra. Dörzs-hullámhajtómű szabályozható átmérőjű belső gyűrűvel

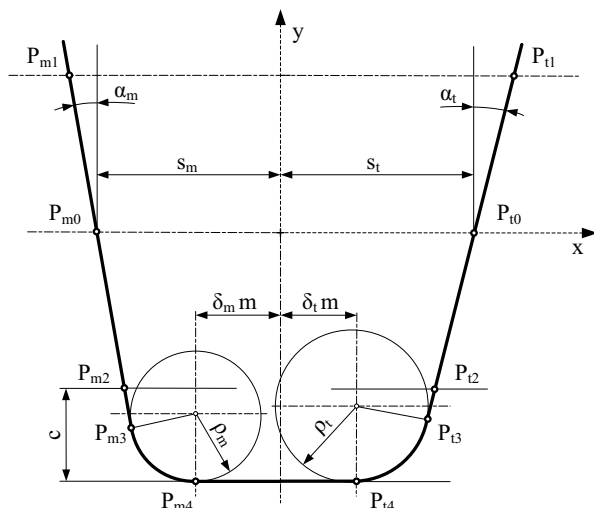
A kutatás során vizsgálat tárgyát képezték a nagyáttételű dörzshajtások bizonyos rendszerező szempontok alapján, mint a geometria, a kinematika, a dinamika és az anyag, továbbá azok a feladatok, melyeket az alakzáró hajtásokhoz képest meg kell oldani, pl. az előfeszítő erő biztosítása, és terheléssel arányos megoldások fejlesztése (3. és 4. ábra). Saját megoldás került ajánlásra a kitűzött feladatra [5]. A nagyáttételű hajtások jelentős hányada folytonosan változtatható áttételű. A kutatások a mechanikus elven működőket, de nem a szalaghajtásokhoz sorolható súrlódó hajtásokat, az áttétel tartomány kiterjesztésének lehetőségét vizsgálták. Konstrukciós megoldást ajánlottunk a hajtott elem forgásirányának megváltoztatására. Meghatározásra került egy adott kialakítású és méretű hajtás terhelhetősége [6].

### 5. NEM SZIMMETRIKUS FOGAZOTT ELEM-PÁROK KAPCSOLÓDÁSI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA

Azoknál a hajtásoknál, ahol a fogaskerek fogoldalainak terhelése különböző mértékű, aszimmetrikus fogú fogaskerek [7] alkalmazásával növelhető a terhelhető-

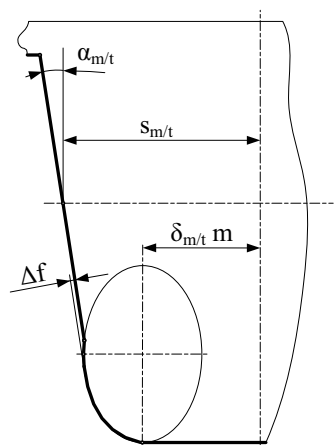
ség (Drágár Zsuzsa tanársegéd, Dr. Kamondi László egyetemi docens kutatása).

A fogazatot egyértelműen leíró alapprofil szabványtól való eltéréseivel (5. ábra) aszimmetrikus fogazat generálható. A szerszám-alapprofil egyes paraméterei (pl.  $\alpha$  – profilszög, stb.) egy érvényességi tartományon belül szabadon megválaszthatók. [7]



5. ábra. Általános felépítésű szerszám-alapprofil

A szerszám-alapprofil felépítésénél a paraméterek meghatározása a kapcsolódási jellemzők változtatási lehetőségeit, a szerszámmal generált fogon a fogtő-feszültség maximális értékének csökkentését, a fogtő-görbe mentén a feszültség-gradiens értékének állandó szinten tartását szolgálja. [7]



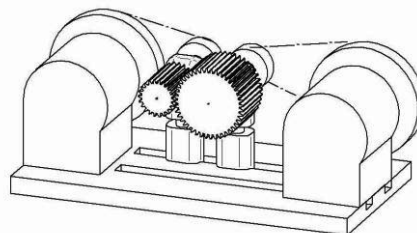
6. ábra. Protuberanciát figyelembe vevő szerszám-alapprofil, ellipszis ívvel

A szakirodalomban fellelhető aszimmetrikus szerszám-alapprofilok változataiból [8] kiindulva ki kell térni a protuberancia kérdésére. Ennek figyelembevételével a befejező, simító megmunkálást követően a fogprofil és a fogtő-görbe folytonos átmenete valósítható meg, elkerülve így feszültséggyűjtő helyek kialakulását [7].

További feladat a szerszám-alapprofil pontjainak pontos meghatározása, matematikai leírása az alapprofil koordináta-rendszerében. Ez magába foglalja az alapprofil felépítő görbelemek függvényének leírását, valamint a görbelemek határpontjainak meghatározását. Az alapprofillal származtatott fogaskerék fogprofil pontjait is meg kell határozni a fogaskerék koordináta-rendszerében. Továbbá egy számítógépi program összeállításával az alapprofil paraméterein történő változtatások hatásának vizsgálatát lehet elvégezni.

## 5. MŰANYAG FOGASKEREK TERVEZÉSE ÉS ALKALMAZÁSA

A műanyag fogaskerekek használatának számos előnye van (Bihari János tanársegéd, Dr. Kamondi László egyetemi docens kutatása). Jellemzően könnyebbek, mint a fémek, olcsón gyárthatók nagy sorozatban és könnyen létrehozhatók speciális fogazatok, amiknél nem kell tekintetbe venni az acél fogaskerekeknel a tervezést korlátozó gyártási határokat, mint pl. az alámetzés, vagy a fogkihegyesedés. Fontos tulajdonságuk a rezgések csökkentése, műanyag fogaskerék- fém fogaskerék kombináció használatával jelentősen csökkenthető egy berendezés zajszintje. A műanyag fogaskerekek használatával a korábbi módszereknél egyszerűbben létrehozható hézagmentes kapcsolódás, ami a precíziós eszközök gyártásának lényeges feltétele.



7. ábra. A mérőberendezés vázlatja

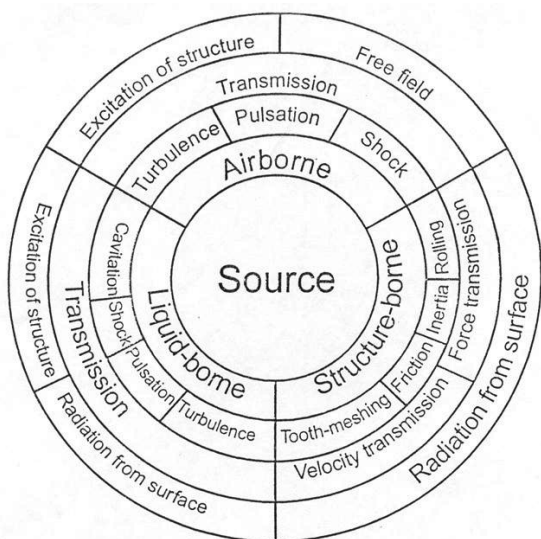
Kisméretű műanyag fogaskerekek tervezésekor és az ilyeneket tartalmazó hajtóművek tervezésekor is problémát jelent, hogy nehezen hozzáférhetőek olyan alaposan kidolgozott és jól használható irányelvek és szabványok, mint az acél fogaskerekekhez. A tervező gyakran rá van szorulva, hogy kísérleteket végezzen, vagy mások kísérleteinek eredményeit használja. Hosszú távú célunk egy kísérletsorozat elvégzése (7. ábra), amelynek eredményei segíthetik a kisméretű műanyag fogaskerekek tervezését, ehhez azonban létre kell hozni egy számos üzemállapot szimulálására képes tesztberendezést, valamint a hozzá kapcsolódó érzékelő, jelrögzítő és kiértékelő rendszert [9], [10].

## 6. FOGAZOTT ELEMPÁRÚ HAJTÁSOK KÖRNYEZETI MEGFELELŐSÉGE

A fogazott elempárú hajtások környezeti megfelelőségének kutatása nagy hangsúlyt fektet a fogaskerekes

hajtóművekben kialakuló rezgések területére. A rezgés-keltő elemek szerint részletesen elemezve a kialakuló rezgések folyamatát ábra szemlélteti (5. ábra).

Fontos feladat a kialakult rezgések csökkentésére alkalmazható eljárások felkutatása, hatásmechanizmusuk megértése, a rezgések mérésére kialakult módszerek és eljárások tanulmányozása működési elvük megértése [11], [12], [13]. A jelen állapot szerinti végső elérendő cél egy olyan számítási folyamat létrehozása, mely már tervezési fázisban figyelembe veszi a környezeti terhelést okozó szempontokat, különös tekintettel a zaj és rezgés értékekre.



8. ábra Gépek zajgerjesztésének alapmodellje [13]

## 7. A TERMÉSZETI ANALÓGIÁK ALKALMAZÁSA A TERMÉKFEJLESZTÉSBEN

A tervezésemélet számos módszere közül az analógia alapú tervezést tudatosan vagy tudat alatt, de igen gyakran alkalmazzák. Egy műszaki feladatra azonban nemcsak más műszaki területekről vagy peremterületekről gyűjthetőek megoldások, de egyik hatékony bár viszonylag ritkán alkalmazott forrása a természet is lehet (9. ábra) (Dömötör Csaba adjunktus, Dr. Péter József egyetemi docens kutatása).

Egy ilyen természeti hatáselvből és hatáshordozókból felépített tudásbázis akkor válik a mérnökök számára a gyakorlatban használhatóvá, ha könnyen kezelhető, jól csoportosított, de igény esetén más szempontok szerint újracsoportosítható, alapvető összefüggéseiben meghatározott rendszert alkot, mely a matematika illetve logika nyelvezetével leírható és így bármely új problémára könnyen alkalmazható. A kutatás egyik célja éppen e kritériumrendszernek megfelelő elméleti háttér kidolgozása.

A tervező munkája során tudományterületek eredményeit használja; a tervezőmunka integráló kultúra. A

megoldás keresésének egyik terepe az élővilág. A tervezőmunka egyik kulcseleme a felidézés, amely ember és állat számára egyaránt érvényes kategória. Minden körülöttünk lévő tárgy jelentést hordoz, felidéz valamit. A felidézés az állat számára konkrét, az ember számára kulturális háttérrel függően áttélt is tartalmaz. Az ember alkotta tárgyak az emberi beszédhez hasonlóan elmondanak, tudatnak valamit. A verbális vagy vizuális közlés kulcseleme a tagolás, ami a figyelem felkeltésének vagy elkerülésének egyik eleme. Az arányt és az arányos megoldást az ember könnyen felismeri. Az arányos megoldás az élőlények esetén a túlélés, ember alkotta tárgyak esetén a versenyképesség feltétele.



9. ábra. A természeti adaptáció két iránya



10. ábra. Analógiák

A szimmetria a rend, a nyugalom, a megbízhatóság kifejezője, az aszimmetrikus kialakítás a mozgást, a válto-

zást idézi fel [11]. A ritmikus megjelenés az élőlény és az ember alkotta termék üzenethordozója; rendben mennek a dolgok.

Az élőlénynek és a terméknek egyaránt van iránya, kifejezve az emelkedést vagy az elmúlást. A kontraszt érzékeléséhez legalább két dolog szükséges, segítségével az élőlény vagy a termék valamilyen tulajdonságra hívja fel a figyelmet (10. ábra).

A cikk e része és a hozzá kapcsolódó kutatómunka lényege az élővilág konstrukciós elveinek, mozgató erőinek feltárása, bemutatása, és példákkal történő illusztrálása [13].

## 8. Tervezési algoritmusok fejlesztése, a környezettudatos tervezés irányelveinek kutatása

A kutatási téma kidolgozása két utat követ a tervezési algoritmusok-, valamint a környezettudatos tervezés irányelveinek kutatása (Dr. Takács Ágnes adjunktus és Dr. Kamondi László egyetemi docens kutatása). A két téma egymástól nem esik távol, hiszen a környezettudatos tervezés szerves részét képezi a tervezési folyamatnak, így módon tulajdonképpen a téma a tervezésmódszertannal foglalkozik, azon belül is a tervezési folyamat algoritmusával, algoritmusaival, illetve azzal, hogy a környezettudatosság a tervezési folyamatban hol, és miképpen jelenik meg. A Dfx technikák közül a DfE, vagyis a Design for Environment napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap. A kutatás fő célja, hogy a DfE elveit tanulmányozzuk és megvizsgáljuk a már megfogalmazott elvek, irányelvek továbbfejleszhetőségét [16].

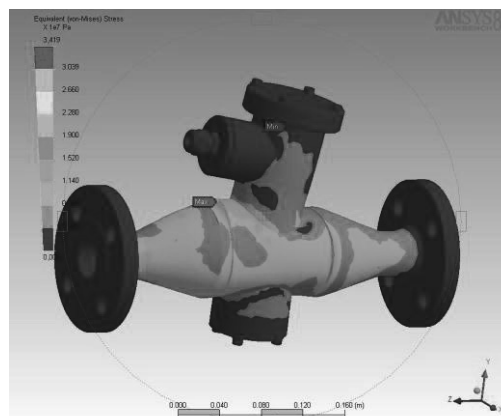
A Környezettudatos tervezés című tantárgy a BSc szintű Ipari termék- és formatervező szakos hallgatók számára a 6. félévben szabadon választható tantárgy. Tekintve, hogy az Ipari termék- és formatervező szak még annyira új a Miskolci Egyetem életében, hogy ebben a vizsgaidőszakban végez az első évfolyam, így maga a tantárgy is egy egészen új tananyagot fed le [17], [18]. Ennek megfelelően egy elektronikus jegyzetet írunk hozzá. Ennek néhány fejezete már összeállt, a többi pedig vázlatos formában áll rendelkezésre. Habár az elkészült fejezetek még nyers verziók, a hallgatók a következő félévben minden bizonnyal haszonnal fogják forgatni a jegyzetnek ezt a korai verzióját is. A tantárgyat már egy évfolyam hallgatta, a tapasztalat szerint eredményesen. Ezek közül a hallgatók közül ketten kicsit mélyebben is foglalkoztak a témával szakdolgozatukban. Velük foglalkoztunk az elmúlt időszakban. Ők a cikk írása közben nagy sikerrel védték meg szakdolgozatukat.

## 10. OPTIMALIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEK A TERMÉKFEJLESZTÉSBEN

A számítástechnika fejlődése lehetővé tette a végeselemes módszer, a szerkezetanalízis és az

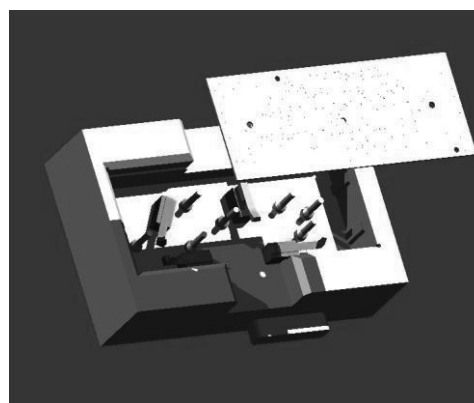
optimumszámítás tudományterületeinek nagyarányú elterjedését, széleskörű jelentős fejlődését. Ennek eredményeként kialakult a Multidiszciplináris Optimalás (MDO) tudománya.

Az optimalás alkalmazása a szerkezettervezésben jelentős előnyöket hozhat: növelhető a szerkezet teherbírási, csökkenthetők a különböző veszteségek, javítható a megbízhatóság, csökkenthető a gyártási és anyagköltség, hatékonyabbá tehető a gyártási folyamat (pl. a selejthányad csökkentésével).



11. ábra. Gyújtókamra vizsgálata és minősítése, TÜKI Miskolc felkérésére.

A szerkezettervezésben elérhető előnyök érvényesíthetők a terméktervezés során is, ezért szükségessé válik a végeselemes és numerikus módszerek, optimumkeresés és a Multidiszciplináris Optimalás beillesztése a terméktervezés és termékminősítés folyamatába. A termék-szimuláció során még a tervezés során, a termék megtestesülése, legyártása előtt, anélkül, hogy akár prototípust hoznánk létre, lehetségessé válik a termék lényegesebb tulajdonságainak vizsgálata, minősítése, javítása és akár optimalása is, jelentősen csökkentve ezzel a járulékos költségeket.



12. ábra. Elektronikus panelek gyártási selejthányadának csökkentése optimalással TÜKI, Miskolc felkérésére

A kutatás célja tehát az ilyen vizsgálati és optimálómódszerek rendszerezése, terméktervezés és termékminősítés folyamatába való beillesztése, alkalmazása.

Ennek során főleg az RVA (Random Virus Algorithm) továbbfejlesztése, tesztelése, kalibrálása a fő tevékenység, mely több numerikus kísérlet, benchmark-feladat megoldását jelenti. Emellett fontos, hogy ez a tevékenység olyan fejlesztésekhez társuljon, melyek konkrét alkalmazásokkal, megvalósulási lehetőséggel bírnak (11. ábra), vagy külső felkérés alapján azonnali hasznosíthatóságot jelentenek (12. ábra). A kutatás során képződő eredményeket nemzetközi és hazai tudományos fórumokon rendszeresen publikáljuk [19], [20].

A kutatás során képződő eredményeket nemzetközi és hazai tudományos fórumokon rendszeresen publikáljuk [19], [20].

## 10. ÖSSZEGZÉS

A sikeres és eredményes termékfejlesztés feltétele, hogy a termékben megjelenő funkciók a kor követelményeit, elvárásait kielégítve, gazdaságosan valósuljanak meg. A cikk a termékfunkciók néhány elemére és ezen belül azon kutatási irányokra kívánta a figyelmet felhívni, melyek tömeszerűségük, előfordulási gyakoriságuk és a fejlesztés számára fontosak lehetnek vagy lesznek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## 11. IRODALOM

- [1] SZENTE J., KELEMEN L.: Belső fogazatú fogaskerekek tervezése fogasgyűrűs tengelykapcsolóhoz, *Gép*, 2011. (LXII. évfolyam) 9-10. szám. p. 42-46.
- [2] SZENTE J., KELEMEN L.: Domborított fogazat matematikai modellezése fogasgyűrűs tengelykapcsolóhoz. *Gép*. 2011. (LXII. évfolyam) 9-10. szám. p. 47-50.
- [3] BIHARI Z., SZENTE J.: Geometrical Reconstruction of Machine Elements with Special Profile, *International Journal Advanced Engineering*, 5(2011) No.2,
- [4] BIHARI Z., SZENTE J.: Külső csillagkeresek görögös szabadonfutók egytengelyűségének vizsgálata, *Gép c. folyóirat LXII. évfolyam*, 2011/7-8 szám, I. kötet, 17-20. oldal.
- [5] NÉMETH G., DÖBRÖCZÖNI Á.: Dörzsolyóhajtások áttekintése. *GÉP. LXII. Évfolyam*. 2011/11. III. kötet. p. 18/21.
- [6] NÉMETH G., PÉTER J.: Continuously variable epicyclic traction drive. *Advanced Engineering 5th year*. No. 1. 2011. p. 47/56.

- [7] DRÁGÁR Zs., KAMONDI L.: Nem szabványos alapprofilú fogaskerekek tervezésének kérdései, *Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriuma*, Miskolc, 2011, *GÉP, LXVII. évf.*, 2011/7-8., pp. 35-38.
- [8] A. KAPELEVICH: Geometry and design of involute spur gears with asymmetric teeth, *Mechanism and Machine Theory* 35 (2000) pp. 117-130.
- [9] BIHARI J., KAMONDI L.: Design grounds of a machine for testing small plastic gears, *Advanced Engineering* 5 (2011), ISSN 1846-5900
- [10] STARKE, L. & MEYER, B.R., *Toleranzen, Passungen und Oberflächengüte in der Kunststofftechnik*, ISBN 3 446 22722 9, Hanser Verlag, Wien, 2004.
- [11] Sarka, F. – Döbröczöni, Á.: Directives of Designing Machines With Low Noise Emission. *Advanced Engineering* 5(2011) No.2 ISSN 1846-5900, pp. 213-222.
- [12] Sarka, F. – Döbröczöni, Á.: Alacsony zajkibocsátású gépek tervezésének irányelvei. *Gép* 2011/9-10 II. kötet, pp. 20-23
- [13] MSZ EN ISO 11688-1
- [14] DÖMÖTÖR CS.: Hangszerek a természetben *GÉP. LXII. Évfolyam*. 2011/9-10. II. kötet. pp. 63-66.
- [15] .DÖMÖTÖR CS.: Csak természetesen!, *Műszaki Szemle*, 2008. májusi különszám, Brassó, pp. 120-124.
- [16] TAKÁCS, Á. – KAMONDI, L.: On design theories – Conceptual design, *Advanced Engineering*, 5. évf. 1. szám, ISSN 1846-5900, pp. 109-118, 2011.
- [17] KAMONDI, L.- SARKA, F.- TAKÁCS, Á.: Fejlesztés-módszertani ismeretek. *Elektronikus jegyzet*. Készült: „Korszerű anyag-, nano- és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása” TÁMOP-4.1.2-08/1/a-2009-0001, <http://web.alt.uni-miskolc.hu/tananyag/index.html>, Miskolc, 2011.
- [18] OTTO, K.; WOOD, K.: *Product Design–Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*, ISBN 0 13 021271 7, Prentice Hall, 2001.
- [19] SZABÓ F. J.: Finite Element Investigation of Tyre Loads of Cars Caused by Potholes, *Advanced Engineering*, 5 (2011) 1, ISSN 1846- 5900, pp. 97-108.
- [20] SZABÓ F. J.: Analógia a sport- világcúcsok története és az evolúciós típusú algoritmusok iteráció története között, *Gép*, LXII évf. 9-10. sz., 2011, II. kötet, pp. 28- 31.