

INDÍTÓMOTOROK LEHETSÉGES MEGOLDÁSVÁLTOZATAINAK MEGHATÁROZÁSA HAGYOMÁNYOS TERVEZÉSMÓDSZERTANI ESZKÖZÖKKEL

DETERMINATION OF ACCEPTABLE SOLUTION VARIANTS FOR STARTER MOTORS BY TRADITIONAL CONCEPTUAL DESIGN METHODS

Nagy Lajos^{*}, Dr. Jakab Endre^{**}

JELÖLÉSJEJYZÉK

S_T	Részfeladat
S_{TA}	Energiaforrást igénybe vesz részfeladat
S_{TB}	Berendezést a főtengeleyel összekapcsol részfeladat
S_{TC}	Főtengelyt hajt részfeladat
S_{FE11}	Funkciót vált részfunkció
S_{TE}	Főtengely-berendezés kapcsolatot vezérel részfeladat
S_F	Részfunkció
S_{FA}	Tápegységről vezérel részfunkció
S_{FB11}	Közvetlenül energiát átad részfunkció
S_{FB12}	Nyomatékot közvetít részfunkció
S_{FB21}	Axiális mozgást biztosít részfunkció
S_{FB22}	Radiális mozgást biztosít részfunkció
S_{FC}	Forgó mozgást létrehoz részfunkció
S_{FD}	Nyomatékot változtat részfunkció
S_{FE}	Blokkol részfunkció
S_{TD}	Nyomatékot változtat részfeladat
S_{FE12}	Nyomatékot határol részfunkció
T_S	Elméleti megoldásmező
T_{SM}	Módosított elméleti megoldásmező
S_{FB1}	Kapcsolatot létrehoz részfunkció
C	Összeférhetőségi mátrix
S_{FB2}	Kapcsolatot működtet részfunkció
W_{gj}	Összérték
g_i	súlyozási tényező
w_{ij}	értékelési osztályzat
w_{max}	maximális értékelési osztályzat

ABSTRACT

The goal of this paper to present an industrial project which can be solved by "classical" design methods. Many theories and methods were and have been developed during the last few decades. Methods to support product development cover well-known paradigmatic approaches and models [4], [6], [7], [9], [10], [11], [13],[16]. In a product development process or design process, conceptual design is one of the most important phases in which customer needs and technical requirements are translated into design solutions. Conceptual design is a component part of a design process during which designers first create new ideas and then translate them into a design structure by synthesis [5]. First of all we defined the formulation of the task and determined the basic functions. From chapter 3 we are looked for solution variants and used to explore the theoretically possible solutions at principle impact level. It was found that the solution field obtained could be divided into three large groups, such as starters controlled by hydraulic, pneumatic, and electric energy sources. We also determined the development direction and finally designed a new possible solutions.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a nemzetközi piaci verseny, a gyorsuló műszaki technológiai fejlődés és a növekvő vásárlói követelmények hatására a vállalatok számára döntő tényezővé vált új versenyképes termékek kifejlesztése. Az egyre magasabb igények hatására alakult ki a módszeres géptervezés tudománya, ahol számos, az ipari gyakorlatban is elterjedt és kiforrott alapelv és módszer létezik [1], [2], [3] [9], [12], [13], [15].

Jelen cikk célja, hogy bemutassa egy konkrét ipari feladat „hagyományos” tervezésmódszertani eszközökkel történő megoldását. A projekt 2006-ban egy élő ipari igény alapján jött létre, amelynek célja egy új, a

^{*} tanársegéd, Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék, nagy.lajos@uni-miskolc.hu

^{**} témavezető, egyetemi docens Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék, jakab.endre@uni-miskolc.hu

– a technika állása: ehhez a fogalomhoz tartoznak mindazok a megoldások, amelyek a bejelentés napját megelőzően bárki számára hozzáférhetővé váltak.

A tervezés első lépése a 2. ábra alapján a feladat absztrakciója. A feladatot úgy célszerű megfogalmazni, hogy az csupán azt a célt tartalmazza, amelyet a tervezés során létrehozott műszaki alkotásnak teljesítenie kell.

Ezek alapján a feladatot a következőképpen definiáltuk: „Személygépjárművek belső égésű motorjainak indítására alkalmas új technikai elvű berendezés tervezése”

Ez a megfogalmazás a szakemberek számára megadja azokat a szempontokat, amelyeket a tervezés során figyelembe kell venni. Nagyon fontos, hogy már ebben a szakaszban megfogalmazzunk alapvető követelményeket (1. táblázat), amelyek a kiindulási pontot képezik a kitérített feladat további kibontásához. A követelmények a [17] irodalom alapján négy nagy csoportra bonthatók:

– Funkcionális vagy alapkövetelmények (meghatározzák a feladat tulajdonképpeni célját, mindig az adott feladathoz rendelték).

– Általános követelmények (indítómotorokkal szemben támasztott általános fő követelmények).

– Kiemelt az adott korra jellemző követelmények (a fejlesztési stratégiákat leginkább befolyásoló követelmények).

– Minden gépre jellemző követelmények.

Az irodalom-, és szabadalomkutatás alapján a belső égésű motor beindításához olyan hatást kell létrehozni, amely a főtengelyen keresztül történhet. Ez a hatás azonban nem biztos, hogy állandó lehet. A belsőégésű motor megindulása után a hatást létrehozó berendezést esetleg olyan nagy fordulatra kényszerítené, amely túllépi a megengedett sebességet, és a szerkezet épsége veszélybe kerülne.

A cél tehát egy olyan berendezés tervezése, amely a belsőégésű motor főtengelyét kellő fordulatszámú és nyomatékkal meghajtja, majd a keverék meggyújtása után az indító berendezés az esetleges károsodások megelőzése érdekében alaphelyzetbe áll.

1. táblázat: Követelményjegyzék

A feladattal szemben támasztott követelmények	
Funkcionális követelmények	belsőégésű motor indítása
	új technikai megoldás
Általános követelmények	nagyszámú kapcsolás, rövid kapcsolási idő
	építészkevény elv, moduláris kialakítás
	alacsony zajszint
Kiemelt követelmények	meghibásodás esetén gyors javítási, szerelési lehetőség vagy cserélhetőség
	sokféle motoron könnyű illeszthetőség
	szélsőséges időjárás esetén is működőképesség
Minden gépre jellemző követelmények	megbízhatóság
	kis helyszükséglet és súly
	nagy élettartam
	gyártási követelmények
	iparjogi követelmények
egyéb (pl. szervizelési) követelmények	

A FUNKCIONÁLIS TERVEZÉS SZAKASZA

A tervezési folyamat következő szakaszában, a funkcióstruktúra felállításával, a megoldási elvek keresésével és kombinálásával meghatározhatóak az alapvető elvi megoldások.

A 0. fejezetben megfogalmazott feladatot összefeladatnak nevezzük, amelyet célszerű olyan egyszerű részfeladatokra visszavezetni, amelyekre már léteznek jól bevált megoldások, és annyi darabra, hogy számuk még áttekinthető legyen. Ezek a részfeladatok esetleg sok más műszaki berendezésnél bevált megoldásként jelentkeznek. Ezután az egyes részfeladatokat részfunkciókra, a részfunkciókat az azokat megvalósító hatásokra, hatáshordozókra szükséges bontani.

3.1. Funkcióanalízis, a funkcióstruktúra meghatározása

A funkció-meghatározások pontos leírásához nagy segítséget nyújt a műszaki gyakorlatban előforduló cselekvéseket kifejező igék gyűjteménye, amely 220 szót tartalmaz [1], [7]. Ezek alapján az egyes részfeladatok és részfunkciók egyszerűen meghatározhatók. A 3. ábrán látható az összfeladatot teljesítő részfeladatok és részfunkciók, és az azokat teljesítő hatások. A funkcióstruktúra egyes blokkjaiban aláhúzás jelöli a cselekvést kifejező igéket. A következőkben az egyes részfeladatokat és részfunkciókat a szövegben kiemeltük. Azon blokkoknál, ahol 4 szaggatott vonal van feltüntetve, az rendre a mechanikus, hidraulikus, pneumatikus, villamos blokkokhoz tartozó csatlakozás jelenti.

Számba kell venni, hogy milyen energiaforrások létezhetnek, illetve melyek azok az energiaforrások, amelyek az összfeladat megoldására alkalmasak.

A 2. ábra alapján az **energiaforrást igénybe vesz** részfeladat gépjárművek esetén, a gépjárműben elhelyezhető tápegység, amely nem csupán a belsőégésű motor beindításához szükséges, hanem más, a feladathoz nem tartozó funkciót is ellát.

Minden egyes részfeladatot, részfunkciót létrehozó hatáshordozó, az energiahordozók fajtája alapján csoportosítható. Így például megkülönböztethetők mechanikai (merev és rugalmas testek), hidraulikus (folyadékok), pneumatikus (levegő) és villamos (elektronok) tápegységek. Mechanikai energiaforrásként leggyakrabban lendítőkerekes energiatárolókat alkalmaznak. A mai technika állása szerint léteznek már szupravezetős lendítőkerekes energiatárolók is, melyeknek a hatásfoka eléri a 96%-ot. A mechanikai, hidraulikus és pneumatikus tápegységeknek biztosítanunk kell a megfelelő elsődleges energiaforrást, amelyek rendszerint villamos tápegységek. A napjainkban alkalmazott indítómotorok villamos akkumulátorról kapják meg a szükséges energiát.

A **berendezést a főtengellyel összekapcsol** részfeladat két részfunkciót tartalmaz. A **kapcsolatot létrehoz** részfunkció a kapcsolat típusára utal (pl. lendítőkerek fogaskoszorú-fogaskerék kapcsolat), amely lehet köz-

vetlen és közvetett energiaátadás. A **kapcsolatot működtet** részfunkció a kapcsolat létrehozásának a módjára utal (pl. axiális irányú működtetés).

A **főtengelyt hajt** részfeladat részfunkciója a forgó mozgás létrehozása. A forgó mozgások létrehozására alkalmas berendezésekre rendelkezésre állnak jól bevált tervezői katalógusok [1]. Ezeknek a katalógusoknak az előnye, hogy már meglévő rész megoldásokat tartalmaznak, és a feladatban megfogalmazott célnak a legjobban megfelelőt csak ki kell választani.

Léteznek olyan megvalósított megoldások, hogy a már meglévő főtengely-berendezés kapcsolaton kívül, még külön nyomatékerősítő egységet (pl. bolygómuövet, előtéttes hajtást) építenek be. Ezért a **nyomatékot változtat** részfeladatnak - amely egyben részfunkció - a célja, hogy minél nagyobb nyomatékot tudjunk átadni a főtengelynek, illetve a berendezés méretei csökkenjenek.

A belsőégésű motor beindítása után, a **berendezés**ünket valamilyen módon **vezérelni** (alaphelyzetbe állítani) kell. Egyrészt azért, hogy a következő indításnál a folyamat megismételhető legyen, másrészt az esetleges károsodások megelőzésére. Egy berendezést akkor szoktak alaphelyzetbe állítani, ha valamilyen kényszerkapcsolatban van egy másik berendezéssel (jelen esetben a főtengellyel).

A **funkciót vált** részfunkció, szorosan összeköthető a közvetlen meghajtással. Ilyen esetekben a berendezés nem állítható le.

3.2. Megoldási elvek keresése, kezelése

A funkcióanalízis alapján az egyes részfeladatokat megvalósító részfunkciók között gráfszerű hierarchia (funkcióstruktúra) építhető fel (3. ábra). Ahhoz, hogy a kitűzött feladat követelményeinek megfelelő megoldást kapjunk, célszerű ún. morfológiai dobozba (mátrixba) foglalni az egyes hatásokat (2. táblázat). A mátrixban az egyes sorokhoz tartozó mezőket összekapcsoljuk a következő sor elemeivel. Minden egyes részfunkcióhoz az egyes enrgiahordozókat hozzárendelve és összekapcsolva a hatáslánc lehetséges kombinációi adódnak.

2. táblázat: Morfológiai mátrix

S _{FA}		A1	A2	A3	A4
S _{FB}	S _{FB11}	B11.1	B11.2	B11.3	B11.4
	S _{FB12}	B12.1	B12.2	B12.3	B12.4
	S _{FB21}	B21.1	B21.2	B21.3	B21.4
	S _{FB22}	B22.1	B22.2	B22.3	B22.4
S _{FC}		C1	C2	C3	C4
S _{FD}		D1	D2	D3	D4
S _{FE}	S _{FE11}	E11.1	E11.2	E11.3	E11.4
	S _{FE12}	E12.1	E12.2	E12.3	E12.4

Az S_{FA}, ..., S_{FE} jelöléseket a 3. ábra és a jelölésjegyzék értelmezi. A jelölések utolsó számjegyei - 1-től 4-ig - pedig rendre a mechanikus, hidraulikus, pneumatikus, villamos hatáshordozókat jelöli.

Így például az S_{FB21.1} jelentése: **Axiális kapcsolatot biztosít mechanikus energiaátadással**. A mátrix alapján az 1. ábra alatti megoldás funkcióstruktúrája a következő: A4-B12.1-B21.1-C4-D4-E12.1

A lehetséges elvi megoldások száma az alábbi összefüggés szerint:

$$T_S = S_{FA} \cdot S_{FB11} \cdot S_{FB12} \cdot S_{FB21} \cdot S_{FB22} \cdot S_{FC} \cdot S_{FD} \cdot S_{FE11} \cdot S_{FE12} = 4^9 = 262144 \quad (1)$$

Könnyen belátható, hogy az S_{FB11} és S_{FB12}, S_{FB21} és S_{FB22}, illetve az S_{FE11} és S_{FE12} részfunkciók között vagy kapcsolat van, ezért az elvi megoldások száma (2) szerint

$$T_S = S_{FA} \cdot (S_{FB11} + S_{FB12}) \cdot (S_{FB21} + S_{FB22}) \cdot S_{FC} \cdot S_{FD} \cdot (S_{FE11} + S_{FE12}) = 32768 \quad (2)$$

A funkcionális tervezési fázisban az alacsony konkretizáltsági fokon álló megoldási elvek tulajdonságai általában még nem ismertek olyan mértékben, hogy a kombináció és az optimalás, matematikai módszerekkel elvégezhető legyen.

A megoldási elképzelések kialakításához gyakran nem elegendők csak a fizikai összefüggések, mivel a geometriai (gyártástechnológiai, szerelési, inkompatibilitási, stb.) viszonyok is korlátokat szabhatnak, és adott esetben kizárják az összeférhetőséget. Bonyolultabb rendszereknél a tervezés ezen fázisában a változatok között a tervezőknek kell dönteni, ún. redukciós kiválasztási eljárással, amelyet a szelekció és az előnyben részesítés tevékenységek jellemeznek:

- A feladattal és/vagy önmagán belül összeférhető.
- A követelményjegyzék előírásait kielégíti.
- A hatékonyság, méret, elrendezés figyelembevételével a megvalósíthatóságot figyelembe veszi.
- Részfunkciók fontosság szerinti rendezése.
- Az első kombináláskor a kevésbé fontos részfunkciókat kivenni.
- Az első kombináláskor a kevésbé fontos rész megoldásokat kivenni.

Az A1 mechanikus energiaforrás hatáshordozó rész megoldása lehet egy rugó, lendítőkerék, vagy az emberi erő. Ezt a megoldást rögtön el is vethetjük, mivel a kor és a technika követelményeinek nem felelnek meg

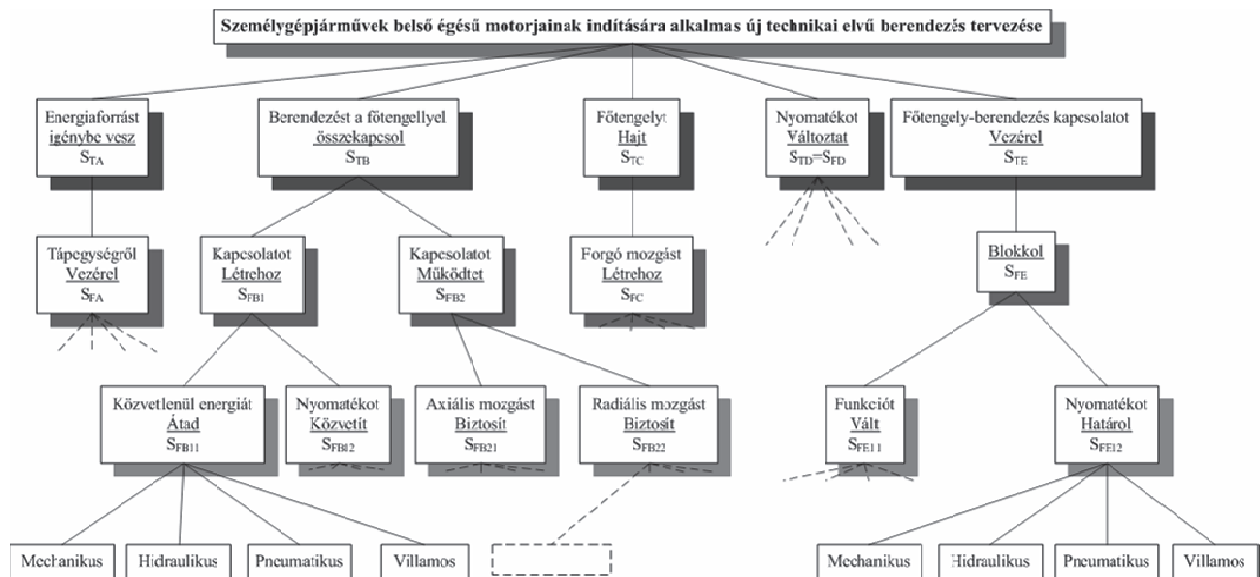
Ezek alapján az S_{FB21} és S_{FB22} részfunkciókat - azaz a berendezés - belsőégésű motor kapcsolat létrehozásának módját ebben a fázisban elhagytuk -, illetve az egyes részfunkciókat meg nem valósító hatásait (B12.4, C1, D4, E1.1) a 2. táblázabeli morfológiai mátrixból kivettük és az egyes részfunkciók sorrendjét az alábbiak szerint rendeztük:

3. táblázat: Módosított morfológiai mátrix

S _{FA}		A2	A3	A4
S _{FC}		C2	C3	C4
S _{FD}		D1	D2	D3
S _{FB}	S _{FB12}	B12.1	B12.2	B12.3
S _{FE}	S _{FE12}	E2.1	E2.2	E2.3

Az így kapott lehetséges megoldások száma:

$$T_{SM} = (S_{FA} \cdot S_{FC} \cdot S_{FD} \cdot S_{FB12} \cdot S_{FE12}) \cdot 2 = (3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4) \cdot 2 = 864 \quad (3)$$



3. ábra: Funkcióstruktúra

Az elméletileg lehetséges megoldásmezőt a megvalósítható megoldásokra célszerű korlátozni. Két összeférhető hatáshordozó megoldási lehetőségeit egy mátrix fejoszlopába és fejsorába rendezve, a kombináció jellemzését (lehetetlen vagy meg nem valósítható, lehetséges kombináció) pedig a mátrixmezőbe feltüntetve, az összeférhetőség egymás után sorban könnyen ellenőrizhető. A mátrixban:

- Csak összeférhető funkciókat szabad kombinálni.
- Csak az a kombináció fejleszthető tovább, amelyik a követelményjegyzék előírásait kielégíti.
- A kedvezőnek tűnő kombinációkat kiválasztásuk után analizálni kell, hogy a többihez viszonyítva miért ezek alkalmasak a továbbfejlesztésre.

Az összeférhetőségi mátrix (4. ábra) alapján az összefeladat lehetséges elvi megoldásai fa diagramba rendezhetők (5.a-c ábrák) amely az életképtelen (sraffozott négyzetek) és a lehetséges elvi megoldásokat (üres négyzetek) tünteti fel A lehetséges elvi megoldások száma 28.

Az S_{FB21} és S_{FB22} részfunkciókat a megoldási elvek kezelésénél elhagytuk, viszont a további elemzéseknél szükséges, ezért a lehetséges elvi megoldások száma $T_{SM} = 2 \cdot 4 \cdot 28 = 224$, amelyek három különböző csoportra bonthatók:

- Hidraulikus tápegységről vezérelt berendezés (A2 ág): $T_{SMA2} = 2 \cdot 4 \cdot 12 = 96$ elvi megoldás.
- Pneumatikus villamos tápegységről vezérelt berendezés (A3 ág): $T_{SMA3} = 2 \cdot 4 \cdot 12 = 96$ elvi megoldás.
- Villamos tápegységről vezérelt berendezés (A4 ág): $T_{SMA4} = 2 \cdot 4 \cdot 4 = 32$ elvi megoldás.

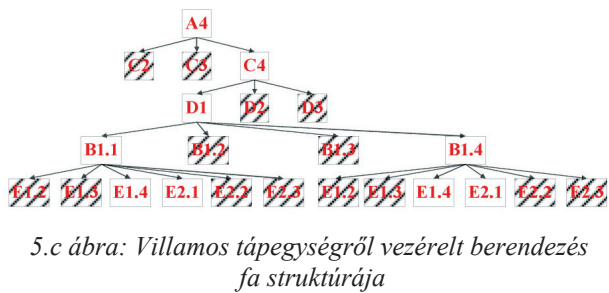
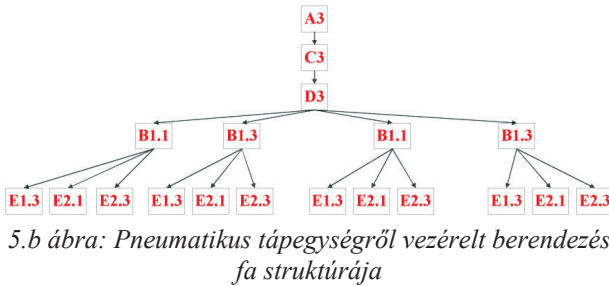
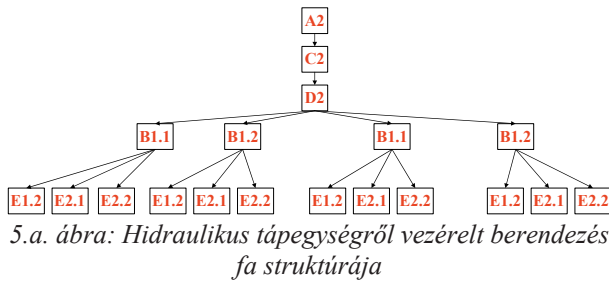
	A2	A3	A4	B1.1	B1.2	B1.3	B1.4	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1.2	E1.3	E1.4	E2.1	E2.2	E2.3
A2																			
A3																			
A4																			
B1.1																			
B1.2																			
B1.3																			
B1.4																			
C2																			
C3																			
C4																			
D1																			
D2																			
D3																			
E1.2																			
E1.3																			
E1.4																			
E2.1																			
E2.2																			
E2.3																			

4. ábra: Összeférhetőségi mátrix

3.3 Megfelelő változatok kiválasztása

A hidraulikus és pneumatikus tápegységeknél biztosítanunk kell a megfelelő elsődleges energiaforrást, amelyek rendszerint villamos tápegységek. Mivel ez már egy jól kiforrott megoldás, ezért ettől a részfunkciótól nem érdemes eltérni. Az ötletet azonban nem vetjük el azonnal, a későbbiekben visszatérhetünk rá. Mivel a belsőégésű motort nem lehet átalakítani, azaz sem a lendítőkereket, sem pedig a forgattyús tengelyt nem lehet módosítani, az A4 ág elvi megoldásainak száma ebből adódóan 64-ről 2-re csökkent. Az „Elvi megoldás 2” változat (5. táblázat) egyes részfunkcióit megvalósító hatáshordozóira dolgoztunk ki különböző megoldásváltozatokat. Ezeket rendre tervezői katalógusba foglaltuk (terjedelmi okokból az egyes részfunkciókra kidolgozott

tervezői katalógusokat itt nem közöljük), amelyből kiválasztásra kerültek az egyes részmegoldások. Ebből 14 megoldásváltozatot kaptunk.

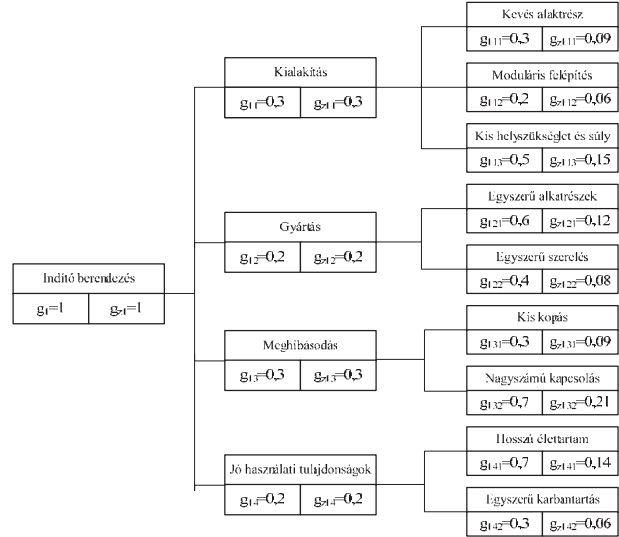


4. táblázat. A vizsgálandó elvi megoldások funkcióstruktúrája

Elvi megoldás 1	A4-B11.4-B21.1-C4-D4-E11.4
Elvi megoldás 2	A4-B12.1-B21.1-C4-D4-E12.1

A megfelelő megoldásváltozatok kiválasztására alkalmazott módszerek a rendszertechnika használati értékanalízise (UVA), és a VDI 2225 irányelvek szerint végzett értékelés [8].

Az értékelés a megoldás értékét, használhatóságát, vagy erősségét állapítja meg. Az értékelés alapja, hogy a megoldásváltozatokat egymással is, és egy ismert és alkalmazott „ideális,” megoldással hasonlítottuk össze. Az értékelési feltételek meghatározásának legfontosabb kiindulási alapja a követelményjegyzék. Az értékelési feltételek felállításánál fontos, a feltételek jelentőségének (súlyának) a megoldás összértékére vonatkozó ismerete. A súlyozás már a követelményjegyzék kívánásainál is elvégezhető, ha a követelményjegyzék felállításánál rangsorolhatók a kívánások. A súlyozó tényező valós pozitív szám, amely megadja az értékelési feltételek egymáshoz viszonyított jelentőségét. A g_{zi} súlyozási tényezők 0 és 1 közötti számok és az összes értékelési feltételek tényezőinek összege egyenlő 1-el. A 6. ábra tartalmazza a megoldásváltozatok értékelési feltételeit és súlyozási tényezőit.

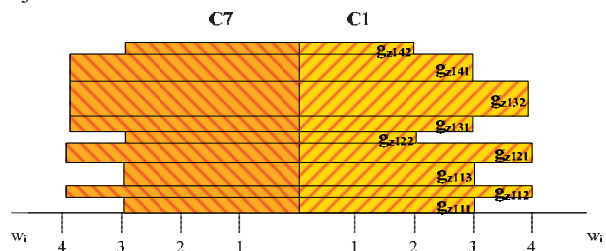


6. ábra: Értékelési kritériumok

Az összérték meghatározása a (4) összefüggés szerint:

$$Wg_j = \frac{\sum_{i=1}^n g_{zi} \cdot w_{ij}}{w_{max} \cdot \sum_{i=1}^n g_{zi}} \quad (4)$$

A gyenge pontok az egyes értékelési feltételekre vonatkozó átlagon aluli értékek alapján ismerhetők fel. A megoldásváltozatok gyenge pontjainak felismerésében segít a részértékek grafikus ábrázolása (7. ábra). A sávok hossza az érték nagyságának, a sávok szélessége, pedig a súlyozás mértékének felel meg. A bevonalkozott terület a megoldásváltozatok összértékét adja. Egyértelműen látható, hogy azokat a részértékeket szükséges javítani, ahol a sáv széles (nagyobb súlyozási értékű), de még túlságosan rövid. A nagy összérték mellett fontos az is, hogy kiegyenlített értékprofil alakuljon ki.



7. ábra: Egy új megoldásváltozat (C7) és az „ideális” megoldás (C1) értékprofilja

A 7. ábra alapján megállapíthatók az egyes változatok gyenge pontjai, mint pl. a helyszükséglet, egyszerű alkatrészek, súly, nagyszámú kapcsolás.

Az elemzésekből az adódott, hogy a berendezés legkényesebb pontja az axiális kapcsolatot biztosító mechanizmus.

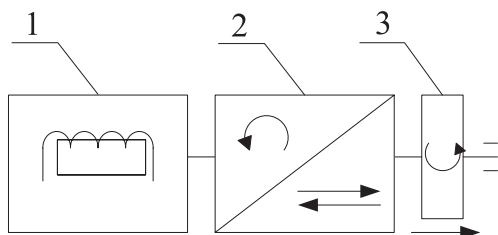
3.4 Az axiális kapcsolatot biztosító mechanizmus megoldásváltozatai

A változatképzés alapja, hogy miként és hogyan lehetne a kapcsolómechanizmust (Pinion-Engaging Mechanism) más megoldásokkal helyettesíteni, mivel a mágnescapcsoló az indítómotor egyik legkényesebb része. A vasmag által megtett út hossza fontos jellemző, ugyanis ez határozza meg a kapcsoló fogaskerék axiális elmozdulását. Ha az elmozdulás útja rövidebb a szükségesnél, a fogaskerék kapcsolat nem megfelelő, ha hosszabb akkor a fogaskerék felütkezik. Továbbá a főáramkör záró érintkezőjének a megfelelő elmozdulási helyzetben kell zárnia. Az érintkezőknek rendelkeznie kell ún. leégési tartalékkal, ugyanis a működés során, az áramkör zárásakor, és különösen nyitáskor a nagy áramerősségek miatt erős szikrázás lép föl, ami az érintkezők fogyáshoz vezet. Az ehhez kapcsolódó javítás és szerelés költségei nagyok.

Összefoglalva az új szerkezeti megoldásoknak is üzembiztosan kell teljesíteni a mágnescapcsoló két fő funkcióját, amely:

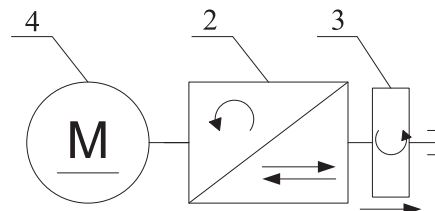
- A **fogaskerék-kapcsolat létrehozása** és annak megszüntetése, közvetítő elem segítségével.
- A **főáramkör zárása**, és minél gyorsabb oldása.

A két funkció szoros kapcsolatban van egymással, ezért olyan változatokat képeztünk, amelyek teljesítik ezeket a követelményeket. A kapcsolómechanizmust úgy kell az indítómotorra helyezni, hogy minél rövidebb vezetéseket lehessen alkalmazni. Az eddig alkalmazott mechanizmus (8. ábra) vasmagos tekercsből (1) (elektromágnesből), haladó-haladó mozgásátalakítóból (kiemelővilla) (2) és a hajtó-fogaskerékből áll (3). A hajtó-fogaskerék mind haladó, mind pedig forgó mozgást, ferde fogazatú evolvens profilú bordás tengely-agy kötésen keresztül végez.



8. ábra: A hagyományos kapcsolómechanizmus funkciómodellje

Célul tűztük ki, hogy az új kapcsolómechanizmus koaxilisan helyezkedjen el a villamos motor tengelyével úgy, hogy minél kisebb legyen az axiális méretnövekedés. A kapcsolómechanizmus működtetését a (4) villamos motor és a (2) forgó-haladó mozgásátalakító hajtja meg (9. ábra). Elkészítettük az **axiális kapcsolatot biztosító** mechanizmus kialakítási és gyártási dokumentációját. A megvalósított kísérleti berendezés fázisrészlete során több mint 300 000 kapcsolást szimuláltunk.



9. ábra: Az új kapcsolómechanizmus funkciómodellje

ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlesztés során elsődleges cél volt a technika állásának megfelelő berendezés, termék tervezése és kivitelezése.

Hagyományos tervezésmódszertani eszközökkel feltártuk elvi hatás szinten az elméletileg lehetséges megoldásokat.

Megállapítottuk, hogy a kapott megoldásmező három nagy csoportra bontható úgy, mint hidraulikus, pneumatikus, villamos energiaforrásról vezérelt indító berendezés.

Állításunkat igazolva 1958. augusztus 5-én vették lajstromba L:J.Pihel 2,845,916 sz. szabadalmi bejelentését melynek címe: Hydraulic starting system for internal combustion engine (kódolása: A2-B12.1-B21.1-C4-D1-E12.1), ill. 1987. szeptember 22-én tették közé Massami Tanaka Starting device with air motor for internal combustion engine (Patent No.: 4,694,791) szabadalmi bejelentése (A3-B12.1-B21.1-C3-D1-E12.3). Különböző döntés előkészítési módszerekkel kiválasztottuk és meghatároztuk az életképes megoldásokat. A fejlesztési irány meghatározását – a döntést – minden esetben a megbízó mérnökeivel közösen készítettük elő. Az elvi megoldások részfunkcióihoz minden esetben tervezői katalógusokat készítettünk, illetve alkalmaztunk. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a tervezés, fejlesztés nem minden esetben új létrehozását jelenti, sokkal logikusabb a korábbi hasonló termékek közül a legmegfelelőbbet kiválasztani, annak gyenge pontjait a megváltozott követelményekhez és peremfeltételekhez illeszteni.

5. táblázat: A részfunkciókhoz rendelt részmegoldások

Rész-funkció	Az „Elvi megoldás 2” részmegoldásai	A kiválasztást döntően befolyásoló ok
A4	Akkumulátor	Napjainkig alkalmazott, legelterjedtebb megoldás
B12.1	Hengeres fogaskerék-hajtás	A belső égésű motor és a forgattyús tengely nem alakítható át
B21.1	Axiális kapcsolatot biztosító mechanizmus	Pontos pozicionálás
C4	DC motor (állandó mágnes, ill. soros gerjesztésű)	Legnagyobb az indítónyomatéka
D4	KB típusú bolygómu	Legkisebb a helyszükséglete és nagy nyomaték átvitelére alkalmas
E12.1	Mechanikus visszafutásgátló, szabadonfutó	Legkisebb a helyszükséglete, és egyszerű a vezérlése

SUMMARY

The primary objective in the development project was to design and construct a state-of-the-art device. Classical design methodology was used to explore the theoretically possible solutions at principle impact level. It was found that the solution field obtained could be divided into three large groups, such as starters controlled by hydraulic, pneumatic, and electric energy sources. Our findings were proved by the registration of the patent claim no. 2,845,916 (function structure A2-B12.1-B21.1-C4-D1-E12.1) by L.J. Pihel on 5 August 1958 called Hydraulic starting system for internal combustion engine, and the publication of the patent by Massami Tanaka of a Starting device with air motor for internal combustion engine (Patent No.: 4,694,791: A3-B12.1-B21.1-C3-D1-E12.3) on 22 September 1987.

Various decision preparation methods were used to select and determine the viable solutions. Determination of the development direction – the decision – was always prepared in cooperation with the engineers of the project partner. Design catalogues were prepared and used for each sub-function of the theoretical solutions. These were used to establish that design and development did not in every case mean the conception of something new, but it is much more logical to select the most suitable one of the already existing similar products, and to improve its weak points to fit the modified requirements and boundary conditions.

IRODALOM

- [1] KARLHEINZ R.: Tervezés katalógussal. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1989.
- [2] G. PAHL-W. BEITZ: Engineering Design. London, The Design Council, 1984.
- [3] VDI Richtlinie 2222 Bl. 1: Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. Düsseldorf, 1997.
- [4] I. HORVATH: A treatise on order in engineering design research, Research in Engineering Design 15 (3) (2004) 155–181.
- [5] S. VAJNA: Theories and methods of product development and design, GÉPÉSZET 2008 Proceedings of 6th conference of mechanical engineering, Budapest.

- [6] Y, ZENG - S, YAO: Understanding design activities through computer simulation, Advanced Engineering Informatics 23 (2009) pp. 294–308.
- [7] BIRKHOFER, H.: Analyse und Synthese der Funktionen technischer Produkte. Fortschr. Ber. VDI-Z. Reihe 1, Nr. 70. Düsseldorf: VDI-Verlag 1980.
- [8] VDI Richtlinie 2225 Bl. 1 und Bl. 2: Technisch-wirtschaftliches Konstruieren. Düsseldorf, 1977.
- [9] HUBKA, V., EDER, W.E. (1988) Theory of Technical Systems. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, ISBN 0-387-17451-6. 1988.
- [10] Cross, N: Engineering Design Methods John Wiley (1989)
- [11] HANSEN, F: Módszeres Géptervezés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1969.
- [12] ZWICKY, F. (1948) The morphological method of analysis and construction. Courant anniversary volume. New York: Intersciences Publish, p. 461-470.
- [13] G.S. Altshuller, Creativity as an exact science: the theory of the solutions of inventive problems, in: F.H. George (Ed.), Studies in Cybernetics, Gordon and Breach Science Publishers, 1984.
- [14] R, ZAVBI – J, DUHOVNIK: Design environment for the design of mechanical unit drives ,Computer-Aided Design, Vol. 27, No. 10, pp. 769-761.1995
- [15] H.-J. FRANKE, - M. DEIMEL: Selecting and combining methods for complex problem solving within the design process. International design conference – design 2004 Dubrovnik, May 18 - 21, 2004.
- [16] ZADNIK- M, KARAKAŠIĆ – M, KLJAJIN – J, DUHOVNIK: Function and Functionality in the Conceptual Processes, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering 55(2009)7-8, 455-471
- [17] TAJNAFŐI J: Szerszámgéptervezés II. Budapest, Tankönyvkiadó, 1990.
- [18] Alternators and Starter Motors. Stuttgart, Robert Bosch GmbH, 2003.
- [19] TÓMÓSI, M. J. - FRANK, GY.: Autóvillamoság. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1978. 262-286. old.
- [20] DEZSÉNYI, GY - EMŐD, I.- FINCHIU, L.: Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1999. 33-792. old.

CONTENTS

1. Bodzás S.; Dudás I.:
Analysis of measuring technique of thread surfaces.....3
During machining the wear and re-sharpening as well as the limited accuracy in the setting of cutting tools can cause distortion and shape deviations of helicoidal surfaces. Due to its outstanding accuracy the three coordination measuring technique can be well used in mass production.
2. Hajdú S.; Lakatos K.:
Some properties of working cross-flow turbines 10
A characteristic feature of cross-flow turbines is a strong fluctuation in the circumferential force generating axle power, because the interaction between the blades and the medium is not constant. Paper explains the evolution of the inlet velocity triangle and the cyclically varying forces, assuming different ratios of rotational speed and flow velocity.
3. Koncsik Zs.; Marosné Berkes M.; Kuzsella L.:
Mechanical behaviour of $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ /graphite ceramic composites 17
Authors deal with tribological behaviour of the newly developed $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ /graphite ceramic composites. Main goal of the project is the investigation of correlation between the tribological characteristics and other mechanical properties as well as the various microstructure features.,
4. Kovács P. Z.; Tisza M.:
Incremental sheet metal forming23
Paper describes the research work has been carried out in the frame of a EUREKA project concerning a new innovative sheet metal forming. The incremental sheet metal forming process patented in 1967 has several advantages in single product and small series manufacturing.
5. Monostoriné Hörcsik R.; Dudás I.:
The measurement technique analysis of the crown wheel of spiroidal worm gear drives31
A procedure for measuring teeth of crown wheel of spiroidal driving without using radial table has been developed. Using this 3D measuring technique more accurate result can be achieved compared to conventional measuring technique, due to the full automation of this new method.
6. Nagy L.; Jakab E.:
Determination of acceptable solution variants for starter motors by traditional conceptual design methods35
The principal goal of the paper was to present an industrial project which can be solved by 'classical' design methods. The project was launched in 2006 for development and implementation a new automobile starter motor matching to the state of modern technique.

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám

President of Editorial Board

Dr. Kálmán András

General Editor

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

Deputy

Dr. Barkóczy István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Dr. Jármái Károly

Kármán Antal

Dr. Kulcsár Béla

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálkás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Rittinger János

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Cooperation in the editing:

prof. Dr. Tisza Miklós

Dear Reader,

One of the most important efficiency characteristics of Doctoral Schools is the number of doctoral theses prepared and defended by the students of the Doctoral School. It is also regarded as an important condition of the submission of doctoral theses that students should present their researches at different forums and their results should be measured at professional scientific forums.

International character of science necessitates publication of results in foreign languages, at the same time it is also an important factor that the young candidates could accurately formulate their professional ideas in Hungarian language and publish those to the public.

István Sályi Doctoral School of Mechanical Engineering would like to ensure the high quality of professional works of students when it postulates the publications of peer reviewed papers concerning the theme of their theses both in foreign and in Hungarian languages. The Reader holds in his/her hands that Number of monthly journal GÉP in which the peer reviewed papers of the István Sályi Doctoral School of Mechanical Engineering are published in 2010. Papers belong to the scientific field of fundamental sciences of mechanical engineering, production engineering and machine designing. In his article Sándor Bodzás deals with the analysis of measuring technique for helical surfaces. A new measuring technique has been elaborated for the measurement of helical surfaces without applying a circular table. The paper shortly reviews the mathematical equation system of conical helical surfaces and analyses the differences between the theoretical and real cog profiles. The elaborated measuring method is suitable for qualification of helical surfaces.

Sándor Hajdú writes about the characteristic features of operations in cross-flow turbines. One of the essential specialities of cross-flow turbines that the circumferential force generating the axle power strongly fluctuates because the interaction between the blades and the medium is not constant. Paper presents the evolution of the inlet velocity triangle and the cyclically varying forces due to the rotation by assuming different ratios of rotational speed and flow velocity.

Main topic of the paper of Zsuzsanna Koncsik is the investigation of the tribological behaviour of the newly developed $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ /graphite ceramic composites. Major goal of this research work was the investigation of correlation among the tribological characteristics (wear coefficient, wear mechanism, friction coefficient) and some mechanical properties (hardness, fracture toughness) as well as the varied microstructure specialities. On the basis of the performed tests it is stated that there is an unambiguous relationship between the given characteristics also for engineering ceramics. Péter Zoltán Kovács gives an account about the initial results of his research work dealing with a new, innovative forming process, namely the incremental sheet metal forming. Reviewing the theoretical basis and the technological variants of the process he analyses the theoretical basis of the higher formability that can be achieved by this new process and also reports the results of the experimental formability tests.

In the paper written by Renata Hörcsik Monostori writes about the analysis of measuring technique of spiroid worm drives. Planning, manufacturing and qualification of helical surfaces of spiroid worm drives and gear cutting tools are considered as an important industrial task. Novel analysis of measuring techniques and qualification of these surfaces is described in this paper.

Lajos Nagy analyses the possible solution variants using traditional design methods and finds out that the theoretically possible solution fields can basically be classified into three large groups of starter equipment (controlled by hydraulic, pneumatic and electric energy sources). The 'viable' solutions are selected by analysing the possible variants and by applying different decision making methods.

These papers illustrate well the diversified scientific research work has been carried out in different fields of sciences in the István Sályi Doctoral School of Mechanical Engineering. With all my heart I recommend the high standard works of our doctoral students to the attention of all Readers.

Miskolc, May of 2010



Prof. Dr. Miklós Tisza

Head of the István Sályi Doctoral School of Mechanical Engineering

Managing Editor: Dr. Kálmán András. Editor's address: 3529 Miskolc, Budai József u. 46.
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (46) 325-504, 20/9358-812. E-mail: kaests@axelero.hu
Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.

Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: ficze.gte@mtesz.hu, Internet: www.gte.mtesz.hu
<http://members.chello.hu/cocom/gep/gep-index.htm>

Responsible Publisher: DR. IGAZ JENŐ Managing Director

Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Managing Director: Vesza József

Price per month: 900 Ft; Subscriptions 2.700 Ft per a quarter, 5.400 Ft per an half a year, 10.800 Ft per year.

Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

All articles are peer reviewed.