

## FOGAZATTERVEZŐ PROGRAM FUNKCIÓINAK BEMUTATÁSA ÉS TOVÁBBI FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI

Várkuli Miklós Gábor

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: machvmg@uni-miskolc.hu

### **Absztrakt**

*Jelen cikkben bemutatunk egy szabad szoftverként fejlesztett méretező és analitikai tervező szoftvert, mely kúpkerék geometriai méretezésére és elemzésére alkalmas. A bemutatott program komoly alternatívát jelent a jelenleg kereskedelemben beszerezhető költséges szoftverekkel szemben. A szoftver modularitása és nyílt forráskódja korlátlan fejlesztési lehetőségeket és rugalmas, jól adaptálható eszközt ad minden kutató kezébe.*

**Kulcsszavak:** szimuláció, moduláris programozás, geometriai méretezés

### **Abstract**

*In this article we are introducing a free software designed for analytical and geometrical calculation of bevel gear pairs. This software is a good alternative compared to its costly commercial competitors. The modularity and open source code of our program provides an endless upgrade possibility and it gives a flexible and adaptable tool for every researcher.*

**Keywords:** simulation, modular programming, geometrical sizing

### **1. Bevezetés**

A számítógépek rohamos fejlődésével egyre összetettebb és jobban automatizált gyártórendszereket fejlesztenek ki. A fejlesztések az egyre nagyobb automatizálás irányába haladnak, hogy csökkentsék a szükséges emberi munkaerőt, ezzel csökkentve az emberi hiba lehetőségét és növelve a termelékenységet. Az automatizálás mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az integrált gyártórendszerek, ahol direkt összeköttetés van a tervezőszoftverek és a gyártó rendszerek között, ezzel azonnali gyártásra nyílik lehetőség a frissen elkészült 3D modellekből. Ezek a rendszerek rengeteg értékes időt takarítanak meg az automatizáltságuk révén, de van egy komoly hátrányuk is. A rendszert és a gyártó berendezéseket gyártó cégek egyre inkább ipari titokként kezelik a gyártási paraméterek beállításához szükséges számítási eljárásokat, komolyan limitálva a kezelőszervek által megengedett külső beavatkozást. Ennek eredményeképp az elkészült termék geometriai paraméterei csak nagyon kis mértékben ismeretek. Ez a tény megnehezíti a hibaanalízist, az optimalizálást és az újratervezési folyamatokat. Az általunk fejlesztett program erre kínál egy alternatívát. A szoftver célja egy széles felhasználási spektrumú rendszer kialakítása, melyben a felhasználó a megadott előtervezési adatokra válaszul egy részletes paraméter listát kap az általa tervezendő fogaskerék-hajtás kapcsolódó kerekeiről. Az alap program jelenleg már a teljes geometriai méretezést képes végrehajtani és az alámetszés veszélyét is vizsgálja, és jelzi, ha módosításra van szükség. A kapott adatok minden geometriai paramétert magukban foglalnak, melyet ezután fel lehet használni bármilyen más szimulációs szoftverben vagy számításban. A távolabbi cél a jelen program kiegészítése oly módon, hogy magában is képes legyen a fogazatok kap-

csolódására vonatkozó szimulációkat végrehajtani. Modulárisan fejleszthető jellegéből adódóan bármilyen segédprogrammal bővíthető a meglévő rendszer a jövőbeli igényeknek megfelelően.

## 2. A szoftverrel kapcsolatos megfontolások és célkitűzések

A program tervezésekor elsődleges szempont volt a gyorsaság a kis erőforrás igény, és az operációs rendszerek közti hordozhatóság. Mivel ma már az okos eszközök az élet minden területén jelen vannak, alapelvárás, hogy a program akár egy okos mobilon is használható legyen, és a kapott adatokat bármely okos eszköznek át tudja adni. Ennek komoly előnye lenne a gyártási folyamatban a gyártás közbeni optimalizálás lehetőségének megteremtésével. A program maga tisztán C programkódot használ GTK3 keretrendszer modullal. A GTK3 modul lehetővé teszi nagy hatékonyságú grafikus felületek létrehozását. Ezt a modult Linux rendszerek fejlesztésére készítették és megírásukkor a cél az optimális és kis rendszerigényű programkód létrehozása volt. A szoftver csak szabványos C utasításokat és azokra épülő modulokat használ, így bármely operációs rendszerre könnyen lefordítható. A program által elvégzett számításokhoz szükséges algoritmusokat az ANSI/AGMA 2005-D3 szabvány [3] tartalmazza.

Célkitűzések:

- A főprogram feladata hypoid hajtások geometriai méretezése és ellenőrzése, melyet már sikeresen el tud végezni.
- További cél a gyártáshoz szükséges gépbeállítások számítására alkalmas modul létrehozása.
- Egy számoló és grafikus megjelenítő modul létrehozása a fogazatok kapcsolódási pontjainak meghatározására.
- Egy 3D grafikus megjelenítésre képes programmodul létrehozása, mely meg tudja jeleníteni a geometriai paraméterek módosítására bekövetkező változásokat a fogazatok felületén.

## 3. A grafikus keretrendszer fejlesztéséről

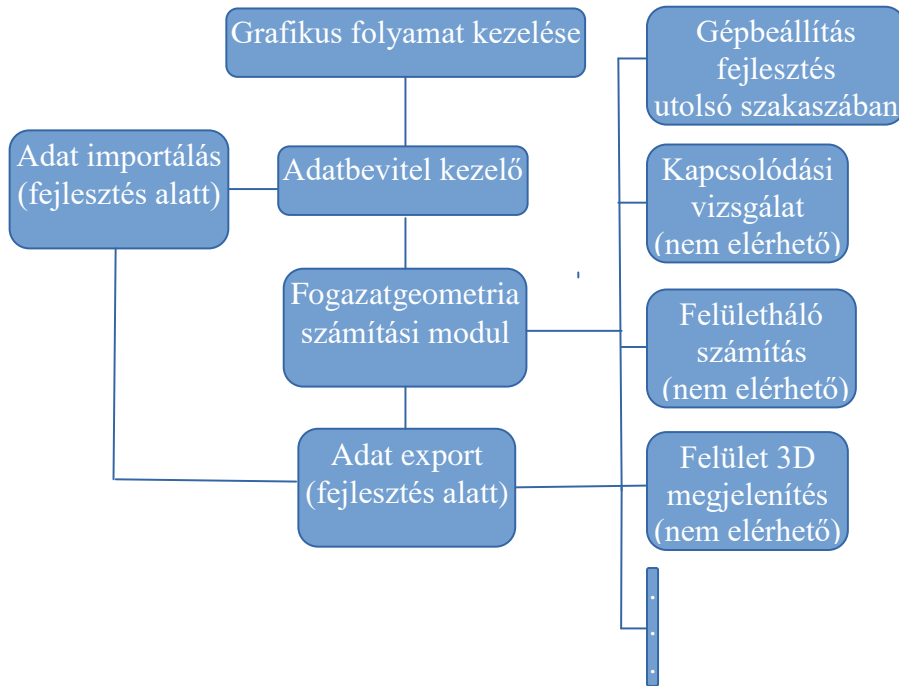
Az interaktív grafikus felület létrehozásához a GTK3 [1] modult használtam. Ez egy C nyelven írt funkciókból és programkódokból álló gyűjtemény, mely előre megírt rutinokat tartalmaz alapvető megjelenítési és adatbeviteli feladatok végrehajtására. A GTK3 a Linux operációs rendszerek paneljének megírására lett kifejlesztve, ahol a hatékonyság volt a legfontosabb szempont. Ezzel a kódgyűjteménnyel kompromisszum mentes grafikus felület hozható létre. Az általunk bemutatásra kerülő program nagyon alacsony RAM és CPU felhasználással dolgozik, és nagy sebességgel, köszönhetően a fent említett programozási elveknek. Elsőként a program Linux rendszer alá készült el. Ennek két fő oka, hogy a program ezen a rendszeren képes elérni a maximális teljesítményt, továbbá innen a legkönnyebb más operációs rendszerekre átírni a programot. További előny még, hogy a mai operációs rendszerek sok Linux kernelből átvett kódot implementáltak saját rendszereikbe, ezért nagyobb az átjárhatóság a rendszerek között. Egy másik fontos szempont, hogy az okos eszközök meghatározó hányada Android rendszert használ, ami a stabil Linux kernelre épül. Ez fontos szempont ha a későbbiekben elkészül az androidos változata a programnak.

## 4. A Program tervezett felépítése

Az 1. ábrán jól látható, hogy a program bármilyen szükséges funkcióval könnyen bővíthető.

A program főmodulja jelenleg félautomatikus. Nem képes önállóan adatokat importálni más eszközről és azokat önállóan feldolgozni, továbbá néhány a számításhoz szükséges konstans még nem

tud automatikusan beilleszteni a számítási menetbe. A legtöbb konstanst már beilleszti az automata kereső funkció. Ez a terület még további fejlesztési lehetőséget rejt magában.



1. ábra. Jelen és jövőbeli fejlesztés programvázlata

A számítási eljárás teljesen rugalmas. Ezt azzal éri el a szoftver, hogy a bevitt adatok bármelyike a többitől függetlenül módosítható, és nem szükséges minden adatot biztosítani. Minden olyan számítást, amihez a megadott adatok elegendőek, elvégző a program. Ha rendelkezésre áll elég adat hozzá, akkor ellenőriz is. Ez lehetővé teszi rész-számítások elvégzését, így csak a ténylegesen szükséges geometriai adatokra is leszűkíthető a kalkuláció. Mivel az adatok bármelyike a többitől függetlenül adható meg vagy módosítható akár menet közben is, ezért lehetőség van nagy számú tervezési variáció kipróbálására. Az adatbeviteli mezők a programból való kilépésig vagy a felhasználó általi módosításig minden adatot átmenetileg tárolnak ezzel szükségtelenné téve az ismételt adatbevitelt ha új számítást vagy egy módosított kalkulációt akarunk készíteni. Ez a programfunkció egyfelől gyorsítja az új variációk létrehozását, másrésztől lehetőséget biztosít a paraméterek változtatásának a geometriára gyakorolt hatásának vizsgálatára.

Ezzel már egyfajta előoptimalizálást végezhetünk a geometriai paraméterekre vonatkozóan, hogy az alapvető konstrukciós hibalehetőségeket kiszűrjük.

## 5. A Program működésének szemléltetése

A beviteli adatmezőt és a számítási adatlapot a következő ábrán mutatjuk be. Az ábrán látható beviteli adatok egy referenciaszámításhoz tartoznak, melyekkel a program működését teszteltem. A referencia és tesztadatok számítását Dr. Sente József készítette, melyet ezúton is köszönök.

Gear Designer ver:0.003 beta			
Fogazat típus:	<input type="text"/>	mG:1,034483 mm	Lábszögek összegének számítása $\psi\omega G:39,462388$
Fogsorszám n:	<input type="text" value="29"/>	d:138,939000 mm	$\Sigma\delta D:0,000000$ Középső normál foghúrméret:
Fogsorszám N:	<input type="text" value="30"/>	D:143,730000 mm	$\delta P:0,000000$ tnc:5,950565
Külső homlokmodul mte:	<input type="text" value="4,791"/>	p:15,051372	$\delta G:0,000000$ Tnc:5,859191
Fogszélesség F:	<input type="text" value="40"/>	$\gamma:17,193812$	Fejkúpszög számítása Húrméret mérőmagassága:
Tengelyszög $\Sigma$ :	<input type="text" value="35"/>	$\Gamma:17,806188$	$\gamma\theta:17,193812$ acP:3,933349
Kapcsolószög $\Phi$ :	<input type="text" value="20"/>	A0:235,007943	$\Gamma\theta:17,806188$ acG:3,768518
Foghajlásszög $\psi$ :	<input type="text" value="30"/>	Am:215,007943	Lábkúpszög számítása Pw :2,357652
Fogmagasság tényező k1:	<input type="text" value="2"/>	rc:107,503982	$\gamma R:17,193812$ Alámetszés ellenőrzése
Lábhézag tényező k2:	<input type="text" value="0,15"/>	h:7,592045	$\Gamma R:17,806188$ AiG:195,007943
Külső normál foghézag B:	<input type="text" value="0,13"/>	c:1,138807	Külső fejmagasság számítása $\psi i G:20,836368$
		hm:8,730851	a0P:3,876572 $\Phi T i:21,277906$
		m90:1,018810	a0G:3,715472 bilP:7,946469
		c1:0,489390	Külső lábmagasság számítása biP:4,854279
		pm:13,770448	b0P:4,854279
		aG:3,715472	b0G:5,015379
		aP:3,876572	hk:7,592045
		bP:4,854279	ht:8,730851
		bG:5,015379	Fejkörátmérő
		Homlok-kapcsolószám számítása	d0:146,345659
		r1:66,530637	D0:150,804975
		r2:69,057124	Osztókúp csúcspont és a fejkör távolsága:
		a:135,587761	x0:223,359572
		ra1:70,407209	X0:222,614023
		ra2:72,772597	mtm:5,236658
		$\Phi v t:22,795878$	Középső osztókörátmérő:
		rb1:61,333996	dm:151,863081
		rb2:63,663142	Dm:157,099739
		mP:1,362293	k3:0,002837
		Kz:0,187663	Középső normál fogvastagság:
		mF:1,685089	Tn:5,917007
		m0:2,166879	tn:6,008550

2. ábra. A geometriai méretezőprogram működés közben

Az ábrán látható baloldali oszlop az adatbeviteli rész a megadott teszt adatsorral. A következő 3 oszlop a kis és nagykerék fogazataira vonatkozó számított geometriai adatokat tartalmazza. A fogazattípus adatmező jelenleg még nem használható. Azt igény esetén bővíteni fogjuk más fogazattípusok vizsgálatára is.

## 6. Összefoglalás

Az általunk tervezett szoftver egy sokoldalúan használható eszköz, mely hatékonysága és OP rendszer függetlensége miatt széles körben használható eredményesen. Remélhetőleg a jövőben lehetőség lesz az analitikai modulok továbbfejlesztésére, hogy egy komplett tesztszoftvert alkossunk meg.

## 4. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Sente Józsefnek a program tesztadatsorának elkészítéséért és a program számításaihoz szükséges elméleti alapok lefektetésében nyújtott felbecsülhetetlen segítségéért.

A cikkben ismertetett kutató munka az **EFOP-3.6.1-16-2016-00011** jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## Irodalom

- [1] Gnome Developer Homepage (GTK3 codebase) 2019.09.03.  
<https://developer.gnome.org/gtk3/stable/gtk-getting-started.html#id-1.2.3.5>
- [2] C code library and syntax help 2019.09.03.  
[https://www.tutorialspoint.com/c\\_standard\\_library/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/c_standard_library/index.htm)
- [3] ANSI/AGMA 2005-D3 Standards
- [4] CodeBlocks reference and manuals 2019.09.03.  
<http://www.codeblocks.org/>
- [5] Reiter, I.: C programozás lépcsőről lépésre, Jedlik Oktatási Stúdió Kft. 2018., ISBN: 9786155012174
- [6] Wagner, B.: Hatékony C, Kiskapu Kft. 2005., ISBN:9789639301948