

PNEUMOBIL FUTÓMŰ TERVEZÉSE

Négykerekű ultrakönnyű jármű kormányzásának tervezése

Bihari János

egyetemi docens, Miskolci egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: machbj@uni-miskolc.hu

Lengyel Márk

hallgató, Miskolci egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3526 Miskolc, Kassai utca 52 3/3, e-mail: lengyelmark0s@gmail.com

Absztrakt

Az AIRROW csapat által XIII. Nemzetközi Aventics Pneumobil versenyre készített jármű adta a cikk témáját. A feladat egyik része a csapatban a jármű kormányzásának megtervezése volt. A csapattal már az előző versenyen is részt vettünk. Idén tehát a korábbi autó továbbfejlesztése a cél.

Kulcsszavak: pneumobil, futómű, versenyautó

Abstract

The subject of contribution is the vehicle which made by AIRROW for XIII. International Aventics Pneumobil race. The job in the team was design the steering of the vehicle. Last year we took part in a competition with my team. So this year our goal is improving our previous racing car.

Keywords: pneumobil, suspension, racecar

Definíciók:

Ultrakönnyű jármű: olyan jármű, amelynek a menetkész tömege nem haladja meg a 200, egyes esetekben a 180 kilogrammot. Alternatív hajtású versenyeken szokásos kategória.

1. Bevezetés

A pneumobil versenyt először 2008-ban rendezte meg az egi Aventics Hungary Kft. elődje, a Bosch Rexroth Pneumatika Kft. és a budapesti Bosch Rexroth Kft. közös szervezésben. A verseny helyszíne ekkor még az egi gyár telephelye volt, a következő versenyt az egi Érsekkertbe helyezték át. Itt szervezik meg évről évre ezt a színvonalas, 2009 óta nemzetközi versenyt. 2018-ban 51 csapat nevezett, ez a nagy szám is jelzi a verseny komolyságát.

A pneumobil egy a sűrített levegő energiáját hasznosító, pneumatikus vezérlő és végrehajtó elemek felhasználásával működő jármű. Ezt a járművet a szervezők által kiadott szabályoknak megfelelően kell megtervezni és megépíteni.

A verseny során három különböző versenyszámban mérik össze a járművek tudását. Az első versenyszám a hosszútávú verseny, ahol az a cél, hogy minél hosszabb utat tegyen meg a jármű egy feltöltéssel. A második próba az ügyességi verseny, ahol egy kijelölt pályán kell a lehető legrövidebb idő alatt körbeérni. A harmadik teszt, pedig a gyorsulási szakasz, ahol egy meghatározott úton kell a lehető legnagyobb végsebességet elérni.

Ez a verseny kiváló alkalmat ad a hallgatók számára, hogy az egyetemen tanultakat a gyakorlatban is alkalmazhassák. Illetve egy ilyen hosszútávú projektfeladat jó gyakorlatot jelent minden hallgató számára [5], [6], [7].

Az AIRROW csapatával egy évvel korábban már részt vettünk a XII. Nemzetközi Aventics Pneumobil versenyen, ahol 33 csapat mérhettük össze járművünket. A járművel a technikai nehézségek ellenére is sikerült minden versenyszámban részt venni. Ez pedig az akkor épített teljesen új járművel jó eredménynek mondható. Igaz, rengeteg potenciál maradt még az autóban.

A verseny során zsűrizték az autókat konstrukciós szempontok alapján is. Ebben az összevetésben pedig ez a jármű lett a három miskolci csapat közül az első, megelőzve az AirMEk és az akiMEAIR csapatát. Összesítve pedig a tizennegyedik helyen végzett a jármű.

Az idei, XIII. Nemzetközi Aventics Pneumobil versenyre készülve a korábbi járművünket szeretnénk fejleszteni. Ennek a fejlesztésnek a részét képezi egy új kormánymű megtervezése. Korábban egy a go-kartokon is használt egyszerű tolórudas kormány szerkezetet használtunk. Ennek a működtetéséhez sajnos nagy erőre volt szükség. Ezt szeretnénk most csökkenteni, ezzel is versenyképesebbé tétel az autónkat.

2. Konceptcionális tervezés

A tervezés több fázisból állt. Az első lépés mindenekelőtt a verseny szabályzatának tanulmányozása volt, hogy a jármű megfeleljen a verseny előtti gépátvételen [2].

A kormányműre vonatkozó szabályok:

- A jármű bármilyen típusú kormány szerkezettel felszerelhető.
- A járműnek könnyen kormányozhatónak, a vezető által könnyen irányíthatónak kell lennie.
- A kormány szerkezet maximális megengedett játéka 10° rögzített kerekek mellett.
- A kormány műnél műanyag alkatrészek nem használhatók.
- A járműnek 8 m széles versenypályán meg kell tudnia fordulni.

A következő lépésben végeztem egy szabadalom- illetve irodalomkutatást kormány művekkel kapcsolatban. Ezeket is figyelembe véve meghatároztam a kormány művel szemben támasztott főbb elvárásokat.

A kormány szerkezetekkel szemben támasztott elvárások:

- Az egyenes irányban haladó jármű irányítása tökéletes legyen. A nem iránytartó (jobbra, vagy balra kitérő) jármű vezetése fárasztó.
- A kormány mű stabil legyen, azaz az elforgatott kerekek igyekezzenek visszaállni az eredeti (egyenes) irányba.
- A kormányzáshoz ne kelljen nagy erőt kifejtenie a sofőrnek.
- Az út egyenetlenségeiből adódó erőhatások csak nagyon erősen csökkentve adódjanak át a kormány kerékre.
- Minél kevesebb legyen a karbantartás igénye.
- A kormány szerkezetnek a kormányzási biztonság szempontjából döntő fontosságú alkatrészek még baleset esetén sem törhetnek el.
- Kormány mű tömege a lehető legkisebb legyen.
- A csapat szűkös anyagi lehetőségei miatt a kormány műnek, egyszerűnek és olcsónak kell lennie.

Ezt követően számba vettem a lehetséges kormánymű-kialakításokat [1], [4], [5], [6], [7] elemeztem azok előnyeit és hátrányait. Értékelés közben pedig ezeket figyelembe véve választottam ki a később a kidolgozandó kormánymű-megoldást.

Lehetséges megoldásváltozatok:

- Egyszerű nyomórudas kormánymű (V1)
- Fogasléces kormánymű (V2)
- Bowdenes kormánymű (V3)
- Globoid csigás kormánymű (V4)
- Golyósoros kormánymű (V5)

Az értékelést a klasszikus súlyozásos módszerrel készítettük el. Első lépésként meghatároztuk a feladat szempontjából fontos értékelő szempontokat. Majd ezeket rangsoroltam a következő módon. Az értékelő szempontokat úgy kell a tervezőmérnöknek rangsorolni, hogy 0÷100 közötti értékekkel minősíti az egyes szempontokat olyan módon, hogy az így szétosztott pontszámok összértéke nem haladhatja meg az 100-at (1. táblázat).

1. táblázat. Az értékelési szempontok súlyozása

Értékelési szempont	Pontszám
Tömeg	25
Beépítés	15
Szerelhetőség	20
Esztétika	5
Úttartás	35
Össz. pontszám	100

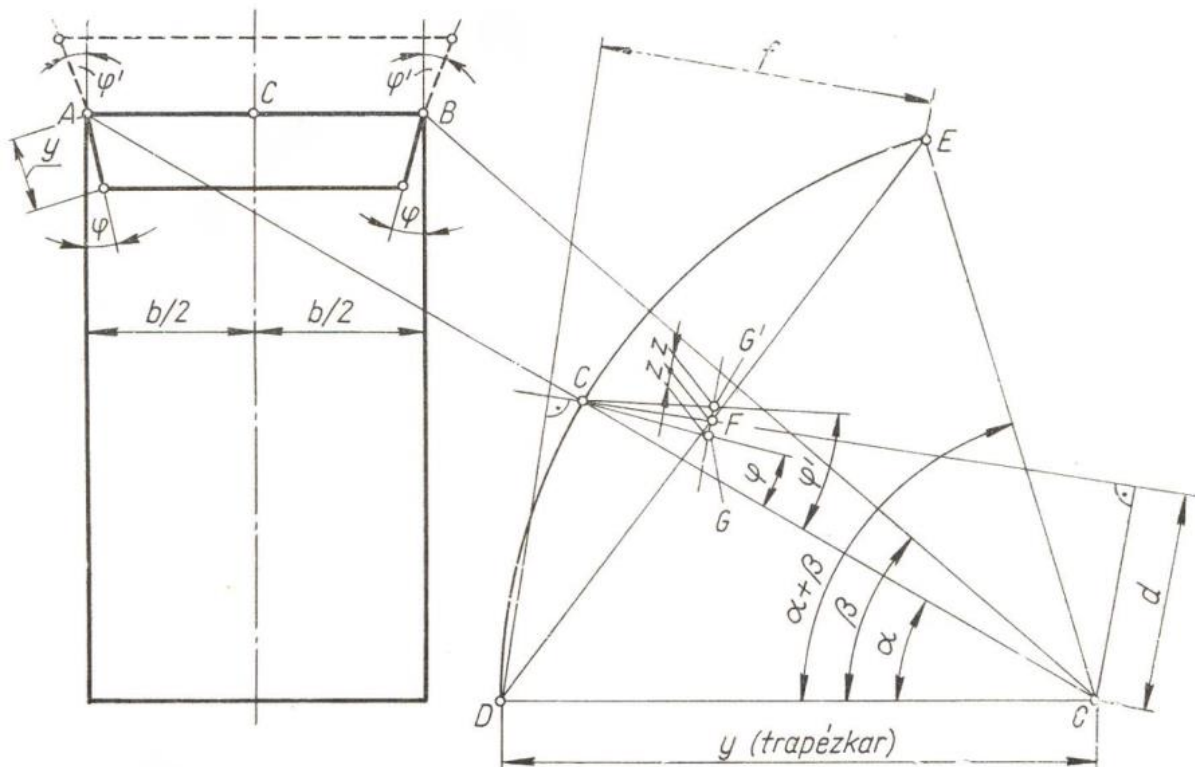
Értékelési szempontok	Súlyozás	V1	Pontok	V2	Pontok	V3	Pontok	V4	Pontok	V5	Pontok
Tömeg	20	5	100	3	60	4	80	1	20	2	40
Beépítés	5	1	5	4	20	5	25	2	10	3	15
Megvalósíthatóság	25	5	125	3	75	4	100	1	25	2	50
Forgathatóság	35	1	35	4	140	3	105	2	70	5	175
Megbízhatóság	15	5	75	4	60	1	15	3	45	2	30
Össz. pontszám	100		340		355		325		170		310

A kormányművek értékelésének a nyertese a fogasléces kormánymű lett. Ahogy az látható a pontokból, ez a kormánymű egyik szempont alapján sem a legjobb, ugyanakkor semmiben sem gyenge, így egy jó összhangot képvisel. Az egyik legjobb tulajdonsága, hogy a beépítési mérete kicsi, ezáltal egyszerűen elhelyezhető a járműben. Ami pedig szintén egy kiemelhető jó tulajdonsága, hogy semmilyen kiemelkedő hátránya nincs a többihez viszonyítva.

3. Konstruációs tervezés

A konstrukciós tervezés során a korábban kifejtett elvárásokat vettük figyelembe, illetve az értékelés során kapott megoldásvázlatot vettük alapul.

Az első és legfontosabb feladat a tervezés során a jármű kormánytrapézjának megszerkesztése volt. Egyenes haladáskor a nyomtávtrúd és a nyomtávkarok alkotják az első tengellyel a kormánytrapézt [1]. A kormánytrapéz valósítja meg a kerekek eltérő szögű elfordítását. Egyenes haladáskor a nyomtávtrúd párhuzamos a tengellyel. Kanyarban a tengelycsonkot el kell fordítani. Mivel a tengelycsonkok és a nyomtávkarok között nem 90° -os szög van, ezért elfordított kerekek esetén a nyomtávtrúd már nem párhuzamos az első tengellyel. Ezáltal a két nyomtávkar vége nem azonos nagyságú utat tesz meg, a kanyar külső és belső oldalán, így a kerekek nem egyenlő mértékben fordulnak el. A nyomtávkarok pontos φ szögének meghatározásához a Causant-féle szerkesztést használtuk. Ez alapján kaptuk meg a φ szöget, ami $24,053^\circ$.

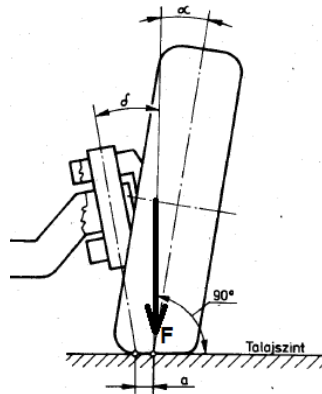


1. ábra. Causant-féle szerkesztés

Ahogy a 2. ábrán látható, az α szögben döntött kerék útfelülettel érintkező felületének középpontjától „a” távolságra metszi az útfelületet a δ szögben döntött függőcsapszeg meghosszabbított középvonala. A kerék és az útfelület között hat az F terhelő erő, ha ezt megszorozzuk az a távolsággal, vagyis a kormány legördülési sugárral, akkor meg kapjuk azt a nyomatékot, ami a függőcsapszeg körüli elforgatáshoz szükséges. Az így kapott nyomaték terheli a kormánytrapézt, és meghatározza a kormányzáshoz szükséges kézi erőt.

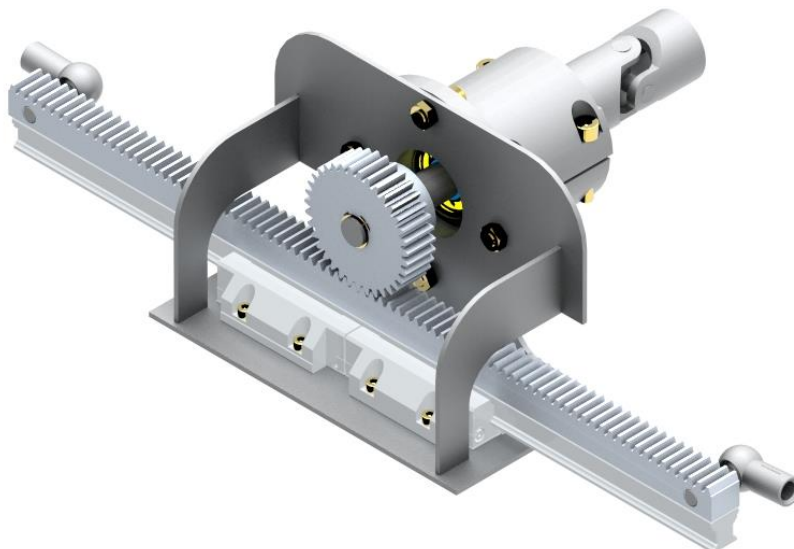
$$M = F \cdot a \quad (1)$$

Miután a jármű adatai ismertek, kiszámoltuk a keréknél ébredő nyomatékot és végigvezettük az erőket a kormánykerékig, így megkaptam, hogy mekkora erőt kell kifejteni a kormánykeréken ahhoz, hogy a kormányzott kerekek elforduljanak. Ez az erő pedig 71 N lett. Ez a korábbi erőszükséglet körülbelül harmada.



2. ábra. Kormányzott keréken ébredő nyomaték

A kormányberendezés tervezésekor a kis tömeg elérése mellett fontos szempont a konstrukció gyártási költségeinek alacsonyan tartása. Ebből kifolyólag a kormányberendezés vázát lézervel vágott lemezek hegesztésével készítjük. A lemezek helyzetének pontosságát a lemezeken elhelyezett illesztőfülek biztosítják. Ebbe a vázba lesz rögzítve a verseny szervezői által biztosított lineáris vezetékhez tartozó kocsi. A lineáris vezeték pedig együtt fog mozogni a fogasléccel. A tervezett egység 3D-modelljét [3] a 3. ábra mutatja.



3. ábra. Kormány szerkezet látványterve

4. Összefoglalás

A XIII. Nemzetközi Aventics Pneumobil versenyt 2020. május 7. és 9. között rendezik meg. Eddig az időpontig kell elkészülni az új jármű minden fejlesztésével, közöttük a kormánymű gyártásával és beépítésével. Reméljük sikerül elkészülni időben és felül fogjuk múlni a korábbi évek eredményeit.



4. ábra. AIRROW 2019-es járműve a versenyen

5. Köszönetnyilvánítás

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] Kádár, L., Varga, F., Kőfalusi, P. Közúti járműrendszerek szerkezetana. Készült: a „Mechatronikai mérnök MSc tanfejlesztés” projekt keretében (TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0042), Budapest, 2014
- [2] Aventics GmbH. Competition rules 2020, XIII. International Aventics Pneumobile Competition 2020, Eger, 2019.

- [3] Szente, J.; Bihari, Z. Interaktív mérnöki kommunikáció és a tervezést támogató CAD rendszerek, Készült: a „Korszerű anyag-, nano., és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó, műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása” projekt keretében (TÁMOP-4.1.2-8/1/A-2009-0001), Miskolc, 2009
- [4] Lévai, Z. Gépjárműszerkezetek, Tankönyv Kiadó, Budapest, 1969
- [5] Bihari, J. Pneumobile competition and education, *Advanced Engineering* 2012, 2(1):125-134.
- [6] Kelemen, L. Studying through the Pneumobile competition, In: Pokorádi, L. (szerk.) *Proceedings of the 1st Agria Conference on Innovative Pneumatic Vehicles – ACIPV 2017* Budapest, Magyarország, Eger, Magyarország, Óbudai Egyetem, (2017) pp. 23-26., 4 p.
- [7] Kelemen, L. A pneumobil verseny 10 éve a Miskolci Egyetemen, *GÉP* 2017, 68(4):21-24.