

## SŰRÍTETT LEVEGŐVEL HAJTOTT JÁRMŰ TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE

### COMPRESSED AIR DRIVEN VEHICLE DESIGN AND CONSTRUCTION

László Zoltán<sup>1</sup>, Suteu Hunor<sup>2</sup>, Tolvaly-Rosca Ferenc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sapientia EMTE, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C; Telefon / Fax: +40-265-206210/+40-265-206211, laszlo.zoltan91@gmail.com

<sup>2</sup>Sapientia EMTE, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C; Telefon / Fax: +40-265-206210/+40-265-206211, suteu.hunor.peter@gmail.com

<sup>3</sup>Sapientia EMTE, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C; Telefon / Fax: +40-265-206210/+40-265-206211, tferi@ms.sapientia.ro

#### Abstract

Compressed air driven vehicles are in an early stage of development worldwide. This type of vehicles may be an alternative drive possibility instead of classical drive systems. Such vehicles are also designed, built and used for racing and product study purposes in Pneumobile Contest organized by Bosch-Rexroth group and actually by Aventics Hungary. The Pneumobiles are built by students from European Universities, and used in the annual Pneumobile Contest. The mechanical chain and construction together with the used control system is presented. The presented vehicle is driven by compressed air system, controlled by a PLC, and it was used in Pneumobile Contest in 2013 and 2014; the whole design and construction was made by TechAirGo Pneumobile team of Sapientia Univeristy, and is it is under continuous development.

*Keywords: compressed air driven vehicle, pneumobile*

#### Összefoglalás

A sűrített levegővel hajtott járművek kezdeti fejlesztésben vannak világszerte. A sűrített levegővel való hajtás egy alternatívát jelenthet a hagyományos hajtás módokra. Ilyen járműveket terveztek és használnak, verseny és terméktesztelési célokra, az évente a Bosch-Rexroth és Aventics cégek által rendezett Pneumobil versenyeken. A járműveket európai egyetemek diákjai tervezik, építik és használják az évente megrendezett Nemzetközi Pneumobil versenyeken. A hajtáslánc és PLC-t használó vezérlése kerül bemutatásra. Az ismertetett jármű sűrített levegővel működik és 2013-2014 években vett részt, jó eredményekkel, a Pneumobil versenyeken; teljes konstrukciója a Sapientia EMTE TechAirGo Pneumobil csapatának munkája és folyamatos fejlesztés alatt áll.

*Kulcsszavak: sűrített levegő-hajtás, pneumobil.*

## 1. Általános tervezési előírások

A feladat egy olyan „pneumatikus jármű” – PNEUMOBIL - tervezése és elkészítése, amely a sűrített levegő energiáját alkalmazva, pneumatikus vezérlő és végrehajtó elemek felhasználásával viszi át a nyomatékot a hajtott kerekre. A minimális kerékszám 3, amelyeknek minimum két nyomsávban kell elhelyezkedniük.

A jármű megengedett hosszúsága max. 2,5 méter, szélessége legfeljebb 1,7 méter. A jármű stabilitása szempontjából fontos a minél alacsonyabb súlypont. Ezért a kialakítás során figyelembe kell venni, hogy a járművezető vállmagassága a vezetési pozícióban nem haladhatja meg a nyomtáv 75%-át, és semmilyen motoralkatrész vagy a palack legmagasabb pontja sem érhet e magasság fölé. Háromkerekű járműveknél a kerek központja által bezárt háromszög legkisebb szöge nem lehet kevesebb, mint  $30^\circ$ . A szabad has-magassága minimum 70 mm, a jármű tömege nem kötött, de célszerű a minimumra törekedni.

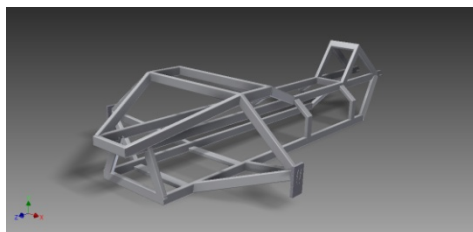
A jármű vázszerkezetének fémről kell készülnie és úgy kell kialakítani, hogy hordozza a sűrített levegős palackot, a teljes hajtásláncot és a hajtott kereket (kerekeket). A vázszerkezet nem tartalmazhat olyan kiálló alkatrészeket, amelybe a vezető probléma esetén beleakadhat, vagy akadályozza ott a járműről való leszállásban (leesésben).

## 2. A jármű felépítése

### 2.1. Alváz

A váz 40x20 mm-es, 2 mm falvastagságú zárszelvényű alumínium profilból készült, a könnyebb megmunkálás miatt választottuk, a csőprofilal szemben (1. ábra). A vázon nem találhatóak kiálló, éles elemek, amelyek egy esetleges ütközés esetén károsíthatnák a pilóta épségét és akadályoznák a járműről való fel- és leszállásban. A palack a vázszerkezeten belül kap helyet, a munkahengerek felett és a vezető alatt. A

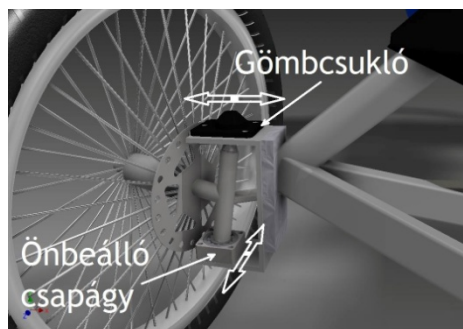
váz tervezése, és kivitelezése közben a szimmetrikus felépítésre törekedtünk: egyenletes súlyeloszlás a kerekre, a terhelések egyenletesebb eloszlása, és nem utolsósorban a design miatt. A váz tömege 9.97 kg.



1. ábra. A jármű vázszerkezetének testmodellje

### 2.2 Felfüggesztés

A jármű háromkerekű. Elöl két 20" átmérőjű, küllözött, kerékpár kerék. Gumival együtt 510 mm a kerék átmérője. A kúpos csapágyazású kerékpáragyat átalakítva, ipari csapágyat helyeztünk bele, így egy pontban rögzített tengelyt alkalmazunk. A hátsó kerék kerékpárhoz hasonló villába van rögzítve, amit szintén alumínium profilból alakítottunk ki. A kerek mereven csatlakoznak a vázhoz, de állítható szögben, mivel szükség van az utólagos futószög állításra is (2. ábra).

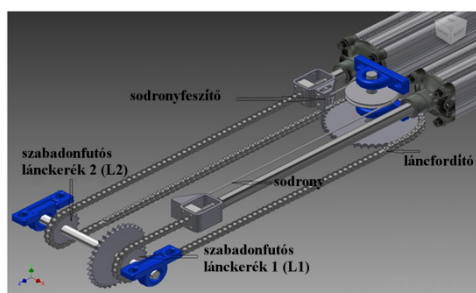


2. ábra. Járműfelfüggesztés

A kerékcsap felül egy gömbcsuklóba, alul pedig önbeálló csapágyba illeszkedik, így már pontosan állíthatóvá válik, mint a kerékdőlés, mint a csapdőlés.

### 2.3. Hajtáslánc

A hajtáslánc alapeleme a motor, amely 2 darab  $D=80$  mm átmérőjű és  $L=500$  mm löketű pneumatikus munkahengerre épül, amelyek egyenként 2,51 és összesen 5,02 liter lökettérfogattal rendelkeznek. A lineáris mozgás forgómozgássá való alakítása egy lánckerék segítségével történik: egy tengelyre retesztelt, két azonos irányba hajtó szabadonfutós lánckerékkel szerelt lánckerék alakítja át a lánccal lineáris vonó mozgását forgó mozgássá. Ezen a tengelyen helyezkedik el egy harmadik lánckerék, amely egy újabb lánckeréken át hajtja az agyváltóval szerelt hajtókereket (3. ábra).



3. ábra. A hajtáslánc testmodellje

A két munkahenger ellentétes ütemben dolgozik, minden egyes ütemben meghajtva a szabadonfutós lánckerekekkel ellátott tengelyt (főtengelyt), ezáltal biztosítva a jármű folyamatos haladását. A lánccal optimális feszességének- illetve a munkahengerek ellentétes ütemű munkavégzésének megőrzése érdekében, 3 mm átmérőjű acélsodronyt használunk.

Egy munkahenger által kifejtett erő  $P=10$  bar nyomáson a nagy munkatérbe  $F=5$  kN, míg a kisebb munkatérben  $F=4,53$  kN. így  $F_{\max}=9,53$  kN erővel húzza a lánccal az L1 és L2-es lánckerekeket. Ezek átmérője  $d=73$  mm, így a főtengely forgatónyomatéka  $M_{\max}=347,8$  Nm. A főtengelyen megjelenő nagy nyomaték és a két egyirányú tengelykapcsoló közti távolság miatt megjelenő csavarási igénybevétel-

lel nem lehetne az alumínium alvázat egyenesen terhelni, ezért a motornak egy különálló acél tartóváza van, moduláris felépítésben, amely egyben merevíti az alvázat is.

### 2.4. Vezérlés

A pneumatikus körök vezérlésére L10-es típusú PLC használunk. Ez moduláris felépítésű, standardizált I/O rendszere van, a követelményeknek megfelelően bővíthető a ki-/ bemenetek (analóg/digitális) száma. A Pneumobil bemeneteit és kimeneteit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A vezérlő PLC bemenetei és kimenetei

Analóg	
Bemenetek	Kimenetek
Nyomásmérő szenzor A1	Nyomás szabályzó
Nyomásmérő szenzor A2	
Nyomásmérő szenzor B1	
Nyomásmérő szenzor B2	
Gázkar potenciométer	
Digitális	
Végállás-jelző relé A1	Szelep A01
Végállás-jelző relé A2	Szelep A10
Végállás-jelző relé B1	Szelep B01
Végállás-jelző relé B2	Szelep B10
Sebességmérő relé	Szelep AEXP
Üzem mód kapcsoló	Szelep AEXP
	Szelep PUFF
Reed relé A1S	
Reed relé A2S	
Reed relé A1E	
Reed relé A2E	
Reed relé B1S	
Reed relé B2S	

A program 2 nagy részre bontható, a különböző üzemmódokat kapcsoló segítségével válthatjuk.

#### 2.4.1. Gyorsági/Ügyességi üzemmód

Ebben az esetben a cél az, hogy a 2 munkahengerrel minél nagyobb teljesít-

ményt érzünk el, azaz a jármű maximális sebességgel és gyorsulással haladjon. A vezérlést szabályozni lehet, a beavatkozó a pilóta, aki az eletro-pneumatikus nyomás-szabályzót vezérli egy gázkar segítségével, a sűrített levegő nyomását változtatva 1-10 bár között [1].

#### 2.4.2. Távolsági/ Takarékos üzemmód

A távolsági versenyszám feltétele a 15km/h-s átlagsebesség, ezért a program az aktuális sebességet felhasználva folyamatosan kiszámolja a jármű átlagsebességét és ennek függvényében úgy működteti a munkahengereket, hogy az átlagsebesség ne essen az előírt alá. Amikor az átlagsebesség 15 km/h felett van, ekkor a munkahengerek teljesen leállnak, a jármű szabadon gurul, illetve amikor az átlagsebesség nem éri el a versenyben kiírt minimális átlagsebességet akkor növeli a munkahengerbe belépő levegő nyomását.

#### 2.4.3. A szenzorok elhelyezése

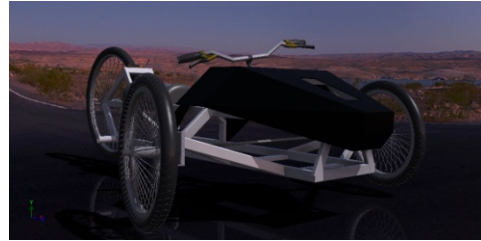
A PLC-n futó saját készítésű program, a két munkahengereken található 3-3 db Reed típusú relékkel (4. ábra.) a munkahengerek sebességét, illetve a hengerek végein található nyomásmérő szenzorok segítségével a munkahengerben lévő nyomást méri [1]. A sebességet és a nyomást ismerve meghatározhatjuk, hogy mikor zárhatjuk el a bemenő levegőt, mivel a bent lévő levegő tágulási energiája elegendő a munkahenger kilőkéséhez, azaz a kilépő levegő nyomása közelít az 1 bárhoz [2, 3].



4. ábra. A szenzorok elhelyezése a munkahengereken

### 3. Eredmények

A versenyen való részvétel a jármű teljes dokumentációjának elkészítését is jelentette, így az 5. ábrán látható testmodell is.



5. ábra. A tervezett és elkészített jármű testmodellje

Versenykörülmények között az általunk készített jármű nagyon jó eredményekkel szerepelt a 2013 és 2014-es Pneumobil versenyeken:

- legnagyobb megtett távolság - 4509 m;
- legnagyobb sebesség – 38.3 km/h
- ügyességi futam - 6-ik hely

#### Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Forgó, Z., *Bevezetés a mechatronikába*, Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 2009.
- [2] Pashkov, E., Osinsky, Y., Chetvioorkin, A., *Electropneumatics in Manufacturing Processes*, Isdatelstvo SevNTU, Sevastopol, 2004.
- [3] Kakucs A., *Műszaki hőtan*, Editura Scientia, Cluj-Napoca, 2004.