

## Pneumatikus járművek műszaki megoldásai

Heisz Patrik\*. Takács Beatrix\*\*.  
Prischetzky Dániel\*\*\*. Dr. Szakács Tamás\*\*\*\*.

\*Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar – járműtechnika szakirány  
Hungary (e-mail: patrikagepesz@gmail.com).

\*\*Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar – járműtechnika szakirány  
Hungary (e-mail: takacsbeatrix94@gmail.com).

\*\*\*Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar – járműtechnika szakirány  
Hungary (e-mail: author@boulder.nist.gov).

\*\*\*\*Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar – adjunktus  
Hungary (e-mail: szakacs.tamas@bgk.uni-obuda.hu).

**Absztrakt:** A cikk az Óbudai Egyetem Aventics Pneumobil versenyre készített sűrített nitrogénnel hajtott versenyjárművek műszaki megoldásait, illetve a hétköznapi használatra alkalmas pneumatikus hajtású járművek megvalósíthatóságának egyes kérdéseit taglalja. A sűrített levegővel hajtott járművek ötlete nem új keletű, a figyelem mégis akkor terelődött rá igazán, amikor a Bosch cég 2008-ban a hazai felsőoktatási intézmények hallgatóinak számára kiírta az év legjobb pneumobilja versenyt. Azóta a verseny nemzetközivé vált, 50-60 egyetemi csapat nevez évente, a fiatal mérnökök, és az oktatási intézmények mögött álló ipari kapcsolatok számára egyértelművé vált, hogy a sűrített levegővel, illetve nitrogénnel járműveket lehet környezetkímélő módon meghajtani. A cikk szűkre szabott keretein belül, a lehetőségekhez mérten kívánnak a szerzők betekintést nyújtani a pneumatikus hajtású járművek műszaki problémáiba, és megoldási lehetőségeire.

### 1. BEVEZETÉS

2015. December 12-én megtartott 21. Klímacsúcson kétszáz ország kötelezte el magát az éghajlatváltozás és a civilizáció érdekében. Az új úgynevezett párizsi egyezmény meghatároz egy küszöbértéket, ami esetünkben 1,5°C-os globális felmelegedési érték. Ez azonban még csak egy célkitűzés, ami nem garantálja, hogy el is érik az adott országok ezt. Hogy ez az érték biztosan teljesüljön az adott országoknak a széndioxid kibocsátást csökkenteni kell, illetve minden egyes tagországnak támogatnia kell a megújuló erőforrásokat, továbbá az energiatakarékosságot is.

*“A történelmi jelentőségű párizsi megállapodás elköteleződést jelent a fosszilis energiahordozók kivezetésére, a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére és a globális felmelegedés legfeljebb 2 Celsius-fok, de lehetőség szerint 1,5 fok alatt tartására.”<sup>1</sup>*

Az viszont nem tisztázott, hogy miként fogják teljesíteni az országok ezt a célt, mivel a mai világban sokkal gyorsabb ütemben történik a felmelegedés.

Magyarországon is töméredek intézkedést kell bevezetni, hogy ez a küszöbérték fennmaradjon, ugyanakkor ezek az intézkedések biztosítani tudnák, hogy hazánk is felelős szereplőként vegyen részt az éghajlat védelemben.

<sup>1</sup> WWF

Aláíró szervezetek: WWF Magyarország, Energiaklub, Greenpeace Magyarország Egyesület, Levegő Munkacsoport, Magyar Természetvédők Szövetsége, Védegylet egyesület.

Ugyanakkor nem csak az országok, hanem a nagyvállalatok is sokat tehetnek a cél elérésének az érdekében. Ilyen nagyvállalat például az Aventics is, mely pneumatikus komponensekkel is foglalkozik többek közt. A cég évtizedek óta garantálja a központilag meghatározott széndioxid kibocsátás elérését, ami, mint globális vállalat létfontosságú.

*Pár információ az Aventicsről: “Az AVENTICS pneumatikai komponensek és rendszerek gyártásával foglalkozó, nemzetközi területen tevékenykedő nagyvállalat. Emellett speciális hajtási és vezérlési megoldásokat kínál hajókhoz és haszongépjárművekhez. A Bosch Rexroth egykori leányvállalata 2014 eleje óta AVENTICS néven, önállóan van jelen a piacon.”(Aventics2016)*

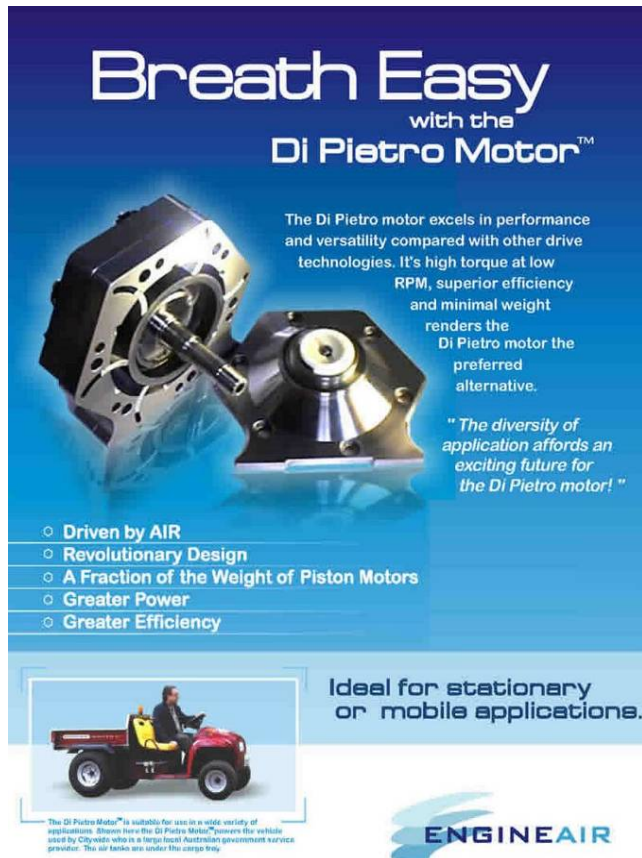
Tovább fűzve a gondolatot, az Aventics rendezte meg idén is a Nemzetközi Pneumobil Versenyt. A versenykiírásban megfogalmazottak szerint: “A feladat egy olyan „pneumatikus jármű” – PNEUMOBIL - tervezése és elkészítése, amely a sűrített levegő energiáját alkalmazva, pneumatikus vezérlő és végrehajtó elemek felhasználásával viszi át a nyomatékot a hajtott kerekre.”

A járművekhez tartozó elemeket és a vezérlést az Aventics Hungary Kft. Biztosítja az egyes csapatok számára.

Az első versenyt 2008. májusában rendezték meg a magyarországi Rexroth vállalatok szervezésében, ekkor 18 csapat indult a versenyen, amit a Bosch Rexroth Pneumatika Kft. udvarán rendeztek meg. A hagyományteremtő versenyen részt vett az akkori BMF, a mai Óbudai Egyetem csapata is Dr. Szakács Tamás vezetésével, Tolnai András kapcsolattartó szakmai koordinálásával. A nyitó év óta az egyetem Bánki kara 2-3 csapatot nevezve folyamatosan részt vesz a versenyen.

## 2. MŰSZAKI MEGOLDÁSOK

### 2.1 Hajtások



1. ábra: Di Pietro motor promóciós szórólapja (Engineair, 2006)

A fejezetet egy rövid összefoglalóval érdemes kezdeni, ami pneumatika előnyeit foglalja össze a hidraulikával szemben:

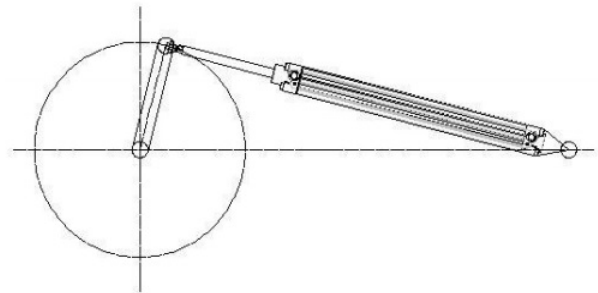
- robbanásbiztos, a hidraulikus gépeknél viszont tűzveszélyes a szivárgások miatt;
- energiátárolhatósága könnyű, ugyanakkor a hidraulikus gépeknél korlátozott, gázok segítségével történik;
- lineáris és forgómozgása is egyszerű;
- túlterhelés biztos, az erőket a levegő nyomása és a hengerátmérő korlátozza;
- az energiaveszteségen kívül nincs hátránya, míg a hidraulikus gépeknél szennyezés veszély fenn áll.

A továbbiakban - a különböző felépítések bemutatásával foglalkozunk. Általában munkahengeres megoldásokat használunk, ugyanakkor létezik például Di Pietro-forgódugattyús motor is (1. ábra).

A fent említett munkahengeres megoldások három nagy csoportra oszthatóak:

#### 2.1.1 Forgattyús:

A hagyományos dugattyús belső égésű motorok, illetve gőzgépekéhez hasonló megoldás, annyi különbséggel, hogy nincs hajtókar, mert nem a dugattyún van a forgáspont, hanem a tömített hengertesten kívül:



2. ábra: Forgattyús mechanizmus (Kiss, 2012)

- 1 hengeres:

Előnyök: egyszerű szerkezeti felépítés, és pneumatikus vezérlés elegendő hozzá.

Hátrányok: egyenetlen nyomatékleadás, holtpont.

- 2 hengeres (120° hajtókar-szöggel azonos az 1 hengeres tulajdonságaival) 90° hajtókar-szöggel:

Előnyök: nincs holtpont, rugalmas motor a viszonylag nagy főtengely fordulatszám miatt.

Hátrányok: nagyobb hajlítóerő a főtengelyen.

- 3 vagy több (n) hengeres (360°/n illetve 360°/2n szögeltolással is lehetséges mivel a hengerek kétszeres működésűek):

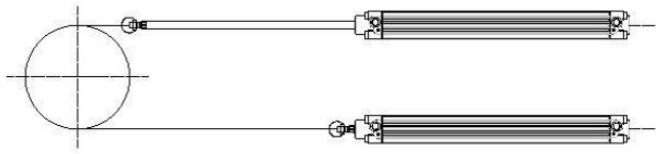
Előnyök: egyenletes járás, rugalmas motor.

Hátrányok: bonyolultabb pneumatikus vezérlés járulékos veszteségekkel.

#### 2.1.2 Lineáris:

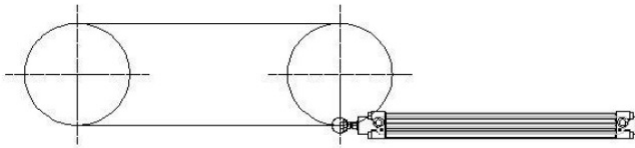
A forgattyús mechanizmusok legnagyobb hátránya, hogy egy hengerlökethez mindössze egy fél főtengelyfordulat tartozik. A munkahengerek lassú feltöltődése miatt cél a minél nagyobb primer fordulat elérése, minél kevesebb hengermozgással. Ezt lineáris mechanizmussal lehet elérni. A munkahenger fixen rögzíthető, és valamilyen szíjat, láncot, vagy kábelt hűz, mely egy keréken illetve csigán átvetve forgatónyomatékká alakítja a henger húzóerejét. Ha nem végtelenítjük a szíj elemet, mindkét végére helyezhetünk egy-egy munkahengert (2.

ábra), ez esetben az egyik henger mindig plusz veszteségmentesen viselkedik:



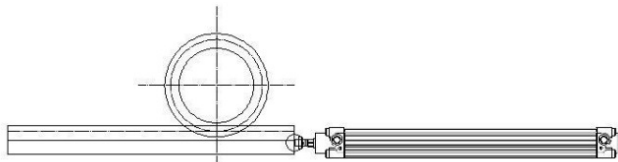
3. ábra: Nem végtelenített lineáris motor (Kiss, 2012)

Ha azonban végtelenítjük a szíj elemet, akkor a henger mindkét irányba dolgozhat (3. ábra):



4. ábra: Végtelenített lineáris mechanizmus (Kiss, 2012)

Más megoldás szerint a henger egy fogaslécet mozgat, mely fogaskerék segítségével alakítja forgássá az alternáló mozgást, ez is mindkét irányba működik (4. ábra):



5. ábra: Fogasléces lineáris mechanizmus (Kiss, 2012)

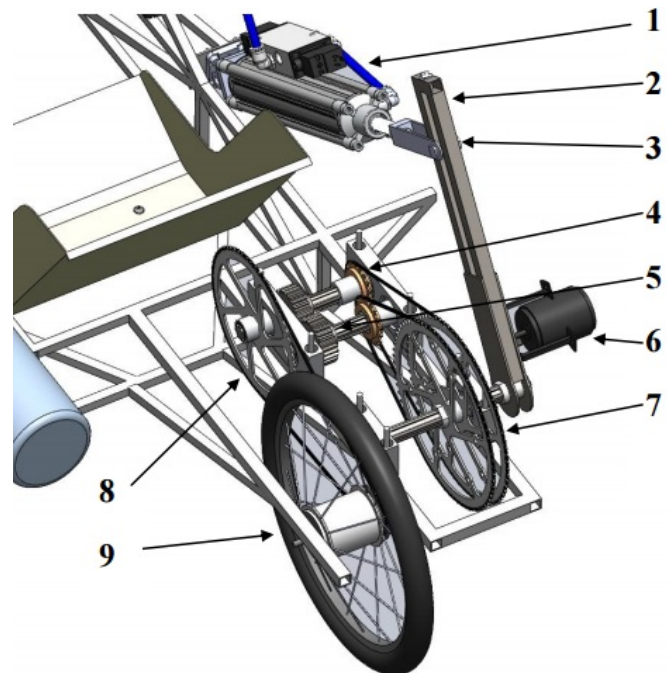
Előnyök: bizonyos korlátok között megválasztható a hengerlöket és az ez alatt megtett főtengelyfordulat aránya, és a hengerek számától nem függ a nyomaték egyenletessége.

Hátrányok: az alternáló primer mozgás miatt minden esetben szabadonfutót igényel, ezenfelül minden löket végén holtpont van. Általában jellemző a lineáris motorokra a rugalmatlanság a lassú mozgás miatt.

### 2.1.3 Lengőhimbás motor:

Csapatunk 2012-es versenyre készített jármű leírásából: A jármű érdekessége az állítható hajtókar hosszúságú lengőhimbás hajtómű volt. Az alapötlet egy átmeneti motor a forgattyús és lineáris motor között, mert a munkahenger egy hajtókarra van kötve, azonban a főtengely oszcilláló-mozgást végez. A konstrukció előnye, hogy közvetlenül a munkahenger bekötési pontjánál egy trapézorsó-trapézanya kapcsolattal tudjuk az áttételt változtatni, így létrehozva egy 3-as szabályozhatóságot. Az orsó működtetése villanymotorral történik, így a vezető gombnyomással a himba hajtókarjának hosszát változtatni. Így induláshoz biztosítható a nagy nyomaték, míg a sebességtartáshoz a hajtókar hosszát csökkentve nagy fordulatszám hozható létre. A mozgás egyenirányítására szolgáló egység két darab

kerékpár szabadonfutót és egy fogaskerék párt tartalmaz. A



motor és hajtáslánc elemeit az alábbi ábra mutatja:

6. ábra: Ingás hajtáslánc (Piukovics, 2013)

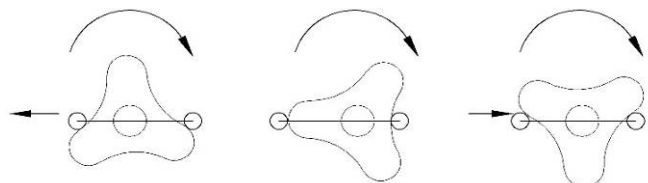
- 1) Munkahenger-szelep egység
- 2) Himba, csapágyazott trapézorsóval
- 3) Dugattyúrúd bekötés trapézanyával
- 4) Kerékpár szabadonfutó
- 5) Fogaskerék pár, 6) Villanymotor
- 7) Hajtó lánckerekek a főtengelyen
- 8) Kihajtó lánckerék
- 9) Hátsó kerék nyolcfokozatú agyváltóval szerelve



7. ábra: Ingás hajtáslánc kivitelezése (Piukovics, 2013)

Csapatunk a 2011-es versenyre épített kulisszás motorja még említésre méltó:

3 ágú forgótárcsás motor 4 tárcsával, hengerenként egy munkahengerrel, melyek egy két csapággal szerelt kulisszát mozgatnak. Ezek a csapágyak gördülnek le (és fel) a tárcsa kerületén, alakítva az egyenes vonalú mozgást forgómozgássá. A munkahenger 3 kettőslökete végez a tárcsa egy teljes fordulatot.



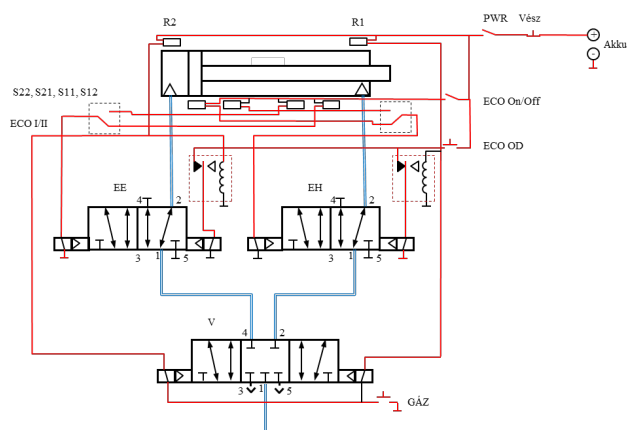
8. ábra: 3 ágú forgótárcsás motor 4 tárcsával (Sciencels Kitchen, 2010)

## 2.2 Vezérlés

A jármű vezérlőrendszere a 2015 évben kifejlesztett Elektropneumatikus vezérlő, ami kiváltja a korábban használt PLC, vagy mikrokontrolleres vezérléseket. A kapcsolás egy 5/3-as és két 5/2-es bistabil útvtáltóból és kiegészítő berendezéseiből épül fel.

A legnagyobb előnye, hogy aktív villamos alkatrészt nem tartalmaz, nem érzékeny, villamos energiafogyasztása gyakorlatilag nincs, programozásra nincs szükség, nincs boot-idő, minimális számú alkatrészt tartalmaz, olcsó. Mivel a bistabil útvtáltók egyben a vezérlés memóriái is, feszültség kimaradás esetén azok folyamatosan (mechanikusan) megőrzik a tárolt értékeket.

A kapcsolás egyszerűsített vázlatát és a jármű villamos kapcsolását az ábra mutatja.



9. ábra: A vezérlés villamos kapcsolási vázlatja (Belle-Air 2016)

A járművön további villamos berendezés nem található, tehát az ábra pirossal jelölt részei a jármű villamos kapcsolási rajza. Az villamosenergia ellátást 2db PS 1.3 12V-os akkumulátor biztosítja.

Az ábrán jelölt kapcsolók: Vész: Elektromos vészstop kapcsoló. PWR fő kapcsoló, ECO: eco üzemmód ki-be kapcsoló ECOI/II eco üzemmód váltókapcsoló, ECO OD eco overdrive, vagy pánikgomb. Túlerhelés miatti be nem fejeződött kiexpandálás esetén felülírja az eco üzemmódot, így a jármű tovább haladása biztosított. GÁZ: gázpedál mikrokapcsolója, R1 R2, S11 S12, S21, S22 hengerpozíció érzékelő reed relék.

A vezérlő tulajdonképpen azt használja ki, hogy a motor hengerének vezérlőszelepe egy bistabil útvtáltó, mely felfogható egy 1 bites memóriának, vagy tárolónak is. Egy ilyen tárolóval meg lehet valósítani a villamosságtanból ismert S-R tárolót, amiből a munkahenger segítségével egy multivibrátort lehet létrehozni. Ezzel a kapcsolással, mindaddig, amíg a gázpedál kapcsolva van, a henger alternáló mozgást végez a hengerre szerelt R1 és R2 pozíció jeladók által meghatározott pontok között.

A kapcsolás ki van egészítve EE, és EH 5/2-as bistabil útvtáltókkal, melyek az előre, és a hátramoogás ECO üzemmódjairt felelősek. Ezek szintén S-R tárolókként működnek. A set kapcsolható S11 és S12 között, így kétfokozatú eco üzemmódot hoztunk létre, a reset pedig ugyan az a R1 jeladó végzi, ami a henger alternáló mozgásáért felelős. Az eco üzemmódot egy „pánik gombbal” felülírható, így tulajdonképpen D-SR tárolót hoztunk létre, ami szintén ismerős az elektrotechnikából. Az ECO üzemmód neve így Kétfokozatú Elektropneumatikus D-SR Flip-Flop.

A megvalósított kapcsolás annyival tér el a bemutatottól, hogy a reed-relés jeladók nem közvetlenül az útvtáltók villamos kapcsolását végzik, hanem reléket működtetnek, amik az útvtáltókat kapcsolják. Ennek oka az, hogy korábbi versenyeken tapasztatható volt, hogy a megengedett kapcsolási áram esetén is a helyzetjeladó relék be tudtak égni. Teoretikusan a bemutatott kapcsolás is működőképes

(kipróbáltuk) A vezérlődoboz tulajdonképpen a vezetékeket fogja össze, és osztja szét, továbbra nem tartalmaz PLC-t, sem mikrokontrollert, de még aktív félvezető elemeket sem.

Ezt a kapcsolást sikeresen alkalmaztuk már a 2015-ös versenyen is.

### 2.3 ECO üzemmód

A versenyt kiíró cég a kezdetektől hangsúlyt fektetett arra, hogy a járművek tervezésében a legnagyobb sebességen és manőverezhetőségen kívül cél legyen a gazdaságosság is. Az erre szánt verseny a hosszútáv futam, melyben az egy töltéssel legnagyobb távolságot megtevő jármű nyer. A versenyt nehezíti, hogy egy minimális kör-átlagsebességet folyamatosan el kell érni.

A gazdaságossági futamot az a csapat nyeri, aki az összes „csepp” energiát ki tudja nyerni a sűrített nitrogén palackból.

A gazdaságos üzemmódot a csapatok egymástól függetlenül is ECO módnak nevezték el.

Az óbudai egyetem csapatai kétféle eco módot használnak. Normál üzemmód esetén a henger löketvégi irányváltoztatásakor üzemi nyomású, lökettérfogatnyi levegőt kell a szabadba engedni, hogy az ellentétes irányból betáplálva a másik löket mozgása indulhat meg. Ez a szabadba eresztett nyomás alatti térfogat elpazarolt energia.

Mindkét eco üzemmód lényege, hogy ezt az elpazarolt energiát minimalizáljuk.

A leginkább bevált módszer a henger feltöltésének egy fix, vagy valamilyen változó függvényében való elzárása. A hengerbe zárt töltés ekkor továbbra is tolja a henger dugattyúját, miközben a térfogatváltozás miatt a hengerbe zárt gáz politropikusan expandál. Az expanzió jellegét henger sebessége határozza meg. Gyorsjárású henger expanziója adiabatikusnak, a lassúé izothermnek közelíthető. Ideális esetben az expanzió végnyomása épphogy löketvégiig juttatja a dugattyút, ekkor a kipufogott levegő nyomása alig magasabb a légköri nyomásnál. Mivel a gáz elzárásának optimális helye terhelésfüggő, ezért előfordulhat, hogy a henger nem éri el a lökete végét. Ebben az esetben pozícióérzékelés helyett nyomásérzékelés fordíthatja meg a hengermozgás irányát, vagy rátöltést kell alkalmazni.

A másik legelterjedtebb eco üzemmód a gőzgépeknél megismert compound elrendezés, amelynél a nyomást egy kisebb keresztmetszetű hengerre vezetjük, majd a munkát végzett csökkent nyomású gázt egy nagyobb, háromfokozatú compound motor esetén egy még nagyobb hengerre vezetjük. Ennek szélsőséges változata az áramlástan elven működő turbinák nagyszámú fokozatai, ahol az egyre nagyobb átmérőjű kerekeket az előző fokozat munkát végzett, csökkent nyomású gázai hajtják meg. A compound hajtás áramlástan elvű turbinákban rendkívül hatékonyak, elterjedtek, de a pneumobil versenyek szabályzatai nem engednek meg légmotorokat, csakis pneumatikus munkahengereket, így ez az elv nem annyira hatékony pneumobilokban.

Kétfokozatú compound munkahengeres hajtások előfordulnak, de a résztöltéses ecohoz képest a nagyobb hengerszám miatt nagyobb veszteséggel üzemelnek.

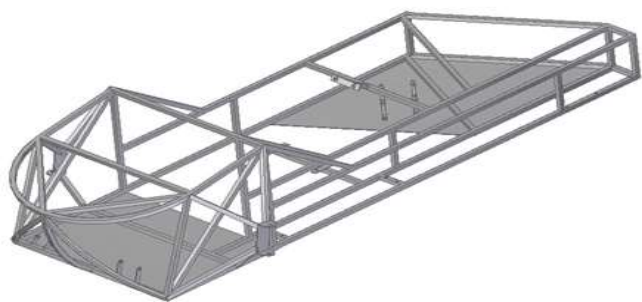
Az Óbudai egyetem csapatai nem használják, de létezik, egy harmadik, egy szakaszos kiexpandáltatós eco üzemmód is, ami a henger mozgása során szakaszosan tölti, majd expandáltatja a hengert. Az ilyen motor tipikusan sziszegve jár. Nem veszélyezteti a henger elakadása, mivel eleve folyamatosan rátölt az előző szakaszos expanzióra egészen addig, minden terhelés körülmények között, míg a henger löketvégi pozícióba nem kerül.

Az eco üzemmódoknak nem csak az energiahatékony működésük az előnyük, hanem mivel kis nyomású gázt hagynak kipufogni, nincs szükségük a fojtással veszteséget okozó hangtompítókra sem, ami további hatásfok növekedést eredményez.

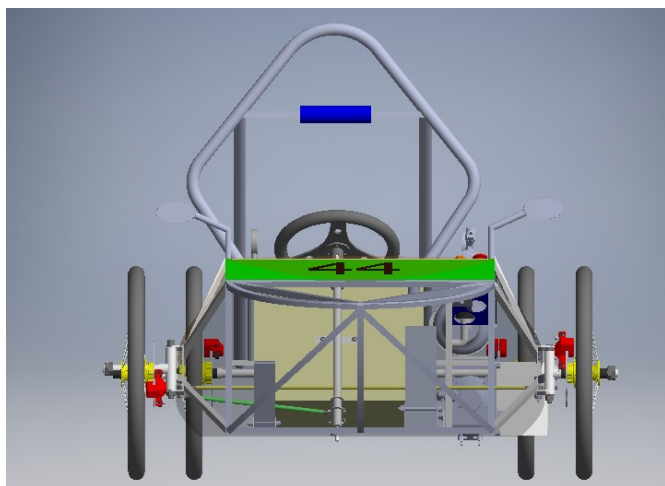
Egyébként egy teljes töltésű, nem hangtompított kipufogású pneumobil hangja erősen emlékeztet egy gőzmozdony hangjára.

### 2.4 Felépítmény

A 2015-ös pneumobil versenyhez hasonlóan 2016-ban is lehetett gokart típusú (beülős) vagy quad (ráülős) autóval versenyezni. Mindegyiknek meg van az előnye és a hátránya. A gokart típus baleset esetén sokkal biztonságosabb, mert a vezetőülésnek legalább három ponton rögzített biztonságiövvel kell rendelkeznie. A vezetőülést úgy kell elhelyezni, hogy a fülke biztosítsa a vezető védelmét. Mi a 2015-ös pneumobil versenyen részt vett gokart típust teljesen szétszedtük és újra építettük. A 2015-ös pneumobil-t acél vázzal és műanyag lökhárítóval rendelkeztünk, míg a 2016-os versenyre a műanyag lökhárítót üvegszálból készített kompozit anyagot használtunk. Ez esztétikailag és aerodinamikailag is előnyösebb volt. A vázszerkezet acél, 15x15 mm méretű zártszelvényből hegesztett. A szerelvények csatlakozási pontjai acéllemezekből készülnek. A motort a járművezetőtől elválasztó elem plexi, a külső burkolat kompozit anyagból készül. A váz merevségét a behelyezett merevítők, illetve a váz alján elhelyezett, ragasztott alumínium lemezek biztosítják. A jármű elején a burkolat alatt habanyag gyűrődő zóna kerül kialakításra.



1. kép: 2015-ös pneumobil vázterv (Belle-Air 2016)



2. kép: 2016-os pneumobil látványterv (Belle-Air 2016)

A pneumobil tömege az, ami komoly hátrányt jelenthet a versenyen. Optimális megoldás lenne az acélvázat kicserélni valamilyen szénszál as anyagra vagy mechanikai habbal töltött polimerre, amivel jelentősen csökkentenénk az autó tömegét, viszont a verseny követelmény az acélon kívül csak alumíniumot engedni használni.

### 2.5 Üzemanyagok összehasonítása költség szempontból

Táblázat 1. Összegző táblázat

	Sűrített levegő	Benzin	Gázolaj
Megtett út [km]	11	11	11
Literenkénti Ár [Ft]	109	325	329
Megtett út szerinti ár [Ft]	2180	239,5	242,47

Az eredmény kiszámításához egyszerűbb képleteket, összefüggéseket használtam fel, majd pedig a kapott végeredményből levonhatjuk a konklúziót.

Egy példán keresztül bemutatásra kerül a számolás menete, mely szerint adódtak ezek az értékek. A példában egy átlagos

fogyasztású (6,7 l/100km) dízel autó tizenegy kilométerre eső forintban értendő árát határoztuk meg.

Száz kilométeren 6,7 litert fogyaszt egy átlagos dízel autó, amiből következik, hogy az egy kilométerre eső fogyasztás:

$$1. \quad \frac{6,7 \text{ l}}{100 \text{ km}} = 0,067 \frac{\text{l}}{\text{km}}$$

Ezt tovább fűzve, tizenegy kilométerre is meghatároztuk a fogyasztást:

$$11 \text{ km} \times 0,067 \frac{\text{l}}{\text{km}} = 0,737 \text{ l}$$

2.

A gázolaj literenkénti ára (aktuális árfolyamon értendő) 329 Forint. 6,7-es fogyasztás mellett ezzel az összeggel számolva megkapjuk, hogy száz kilométerre mennyi, az üzemanyag ára:

$$3. \quad 6,7 \times 329 \text{ Ft} = 2177,5 \text{ Ft}$$

Egy kilométer ára:

$$4. \quad \frac{2177,5 \text{ Ft}}{100} = 21,775 \text{ Ft}$$

Ezekből az adatokból aztán meghatároztuk, hogy tizenegy kilométerre mennyibe kerül a gázolaj ára:

$$5. \quad 0,737 \times 329 \text{ Ft} = 242,47 \text{ Ft}$$

### 3. KITEKINTÉS

Ahogy az elektromos és a belsőégésű motorral rendelkező autókénál is, a levegővel működtetett autókénál is elengedhetetlen lenne egy feltöltő állomás. A feltöltés nem venne sok időt igénybe, és nem is lenne drága. Mivel a nitrogén a Föld légkörének leggyakoribb összetevője, így az előállításuk sokkal olcsóbb, mint az elektromos vagy a belsőégésű motorral rendelkező autókénál. Csak sűríteni, esetleg hűteni kellene a palackozáshoz. Ahogy az éghető gázajtású autókénál, itt teljesen veszélytelen a használata, mert nem robbanékony gázt használunk, és a környezetre sem káros. Tárolása nagyon magas sem veszélyes.

Belélegezve nem ártalmas az emberre, viszont nitrogéngáz gyors felszabadulása zárt térben kiszoríthatja az oxigént, következésképpen a fulladás veszélye állhat fenn. A mai autókénál ez nem jelentene problémát, mert az üzemanyagtartály nem az utastéren belül lenne elhelyezve.

### 4. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ebben a fejezetben szeretnénk megköszönni az alkalmat hálánk kifejezésére. Egyetemünk ars poeticájában megfogalmazott gyakorlati képzés éles példájával találkozhatunk, a pneumobil építő versenyen való részvétellel buzdításban, illetve a külön erre a célra fenntartott műhelyben, mind anyagi, mind kiemelkedő szakmai

támogatásban. Saját bőrünkön tapasztalhattuk meg az előre hangoztatott személyes szakmai tudás és gyakorlati problémamegoldó képesség fejlődését. Ilyen versenyeken való részvétellel mutatkozik meg, hogy egyetemünk fejlődés tudatosan, ténylegesen a jövő mérnökeit képezi.

Természetesen az Aventics Hungary Kft. szervezése nélkül nem jöhetett volna létre évről évre ez a kiemelkedő verseny. Reméljük, hogy az ilyen partneri együttműködések mind személyi, mind globális szinten továbbra is gyümölcsözően építik a jövőt, és példaértékűek lesznek!

És nem utolsó sorban szeretnénk csapatszinten megköszönni a Seal Ring Tömítésgyártó Kft. és a Velvart Kerékpárüzlet szakmai konzultációs, forgalmazási és alkatrészgyártási segítségét.

## 5. FELHASZNÁLT IRODALOM

AVENTICS Pneumobil, <http://pneumobil.hu/>

Belle-Air, Műszaki tervdokumentáció 2016

Kiss Dániel Zoltán, Szakdolgozat Sűrített levegővel hajtott versenyautó hajtásmoduljának tervezése, OE-BGK 2012

Piukovics Zsolt Pneumatikus versenyjármű motorjának, hajtásláncának tervezése és megvalósítása, OE-BGK 2013

Rotary Air Engine - By ENGINEAIR (Zero emission)  
[http://nelsonpower.blogspot.hu/2006\\_08\\_01\\_archive.html](http://nelsonpower.blogspot.hu/2006_08_01_archive.html)  
[2006.08.20](http://nelsonpower.blogspot.hu/2006_08_01_archive.html)

Science's Kitchen Pneumobil csapat Műszaki dokumentáció  
2010-12-16