

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Gépanyagszerkezzettani és Rendszertani Intézet



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**ALTERNATÍVA EGY VERSENYAUTÓRA;
FLUX-GATE 2012-ES PNEUMOBILJÁNAK
KIDOLGOZÁSA ELMÉLETBEN ÉS
GYAKORLATBAN**

Szerzők: **Nagy Péter**
gépészmérnöki szak, 4. évfolyam
Balogh Dávid
mechatronikai mérnök szak, 6.
évfolyam

Konzulens: **Pintér Péter Mihály**
intézeti mérnök

Budapest, 2011

Tartalomjegyzék

Bevezető:	3
Jármű bemutatása:	5
Jármű kialakítása, Váz:	6
Üzemanyagtartály/ puffer tartály:	8
Motor felépítése és elvi működése:	9
Motorvezérlés:	10
Hajtáslánc:	12
Futómű , Felfüggesztés, Kormánymű:	18
Fékek:	21
Biztonsági előírások:	22
Burkolat:	23
Technológia felhasználása egyéb területeken:	24
Összegzés, konklúziók:	25
Felhasznált irodalom:	25

Bevezető:

Az egri Bosch Rexroth cég 2012-ben immáron ötödik alkalommal rendezi meg a nagy sikerű Pneumobil versenyét. Ezen a versenyen kizárólag sűrített levegővel hajtott egy személy szállítására alkalmas járművek indulhatnak. Magyarország, valamint a környező országok felsőoktatási intézményeiből neveznek a csapatok, amelyek az egyes versenyszámok versenyzőit alkotják. A rendezvény a jövő évben május 11-12-én kerül lebonyolításra.

Az első nap a regisztráció után a gépátvétel következik, mely során a szabályzatban előzetesen kiírt biztonsági és egyéb előírások teljesítését ellenőrzik. A második napon mérkőznek meg a nevezett csapatok pneumobiljai 3 versenyszámban. Az első versenyszám a „megtett legnagyobb távolság” verseny, amelyben az a csapat kapja az első díjat, amelyik járműve egy tankkal, azaz egy palack sűrített levegővel (amely minden csapat számára egységes) a legtöbb utat tudja megtenni. A következő az „ügyességi” verseny, ahol egy körülbelül háromszáz méter hosszú pályán bójákkal kialakított versenyvonalat kell a legrövidebb idő alatt teljesíteni. Az utolsó versenyszám a „gyorsulási” verseny, ahol egy kvázi egyenes, kétszázhusz méter hosszú pályát kell minél rövidebb idő alatt teljesíteni. Ebben a számban egyszerre két kocsi áll a rajthoz, ami igazi versenyhangulatot kölcsönöz ennek a számnak. A célba érkezés előtt mérik az autók sebességét is. Minden versenyszámhoz új teljesen feltöltött palackot kapnak a csapatok, amelyek mérete és töltete is megegyezik. A versenyeken elért helyezéseken kívül több különdíjat osztanak ki a szervezők, majd a rendezvény végén átadják az év pneumobilja díjat.

Csapatunk a Flux-Gate negyedszer indul a pneumobil verseny mezőnyében. Eddig minden versenyre új autó készült, ami során rengeteg tapasztalatot nyertünk és a versenyeken elért javuló eredmények azt mutatják, hogy jó irányba indultunk. Sajnos a korábbi évek járművei nem lehettek a fejlesztés eszközei a csapaton kívülálló okokból, éppen ezért az idei járművet abban a szellemiségben terveztük, hogy a továbbiakban fejleszthető legyen. Törekszünk továbbá a lehető legmagasabb technikai színvonalra a tervezés és a gyártás/szerelés során egyaránt. A járművet kifejezetten a Bosch Rexroth cég által kiírt versenyre tervezzük, de az év folyamán több rendezvényen részt vesz a csapat.



Flux-Gate

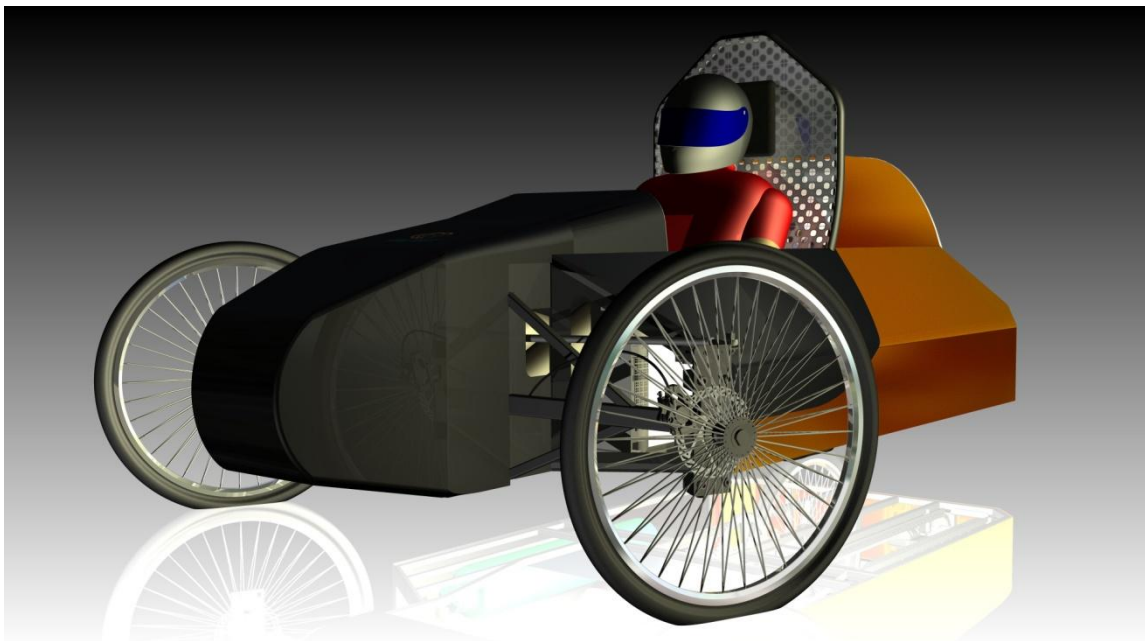
Az ebben a dolgozatban bemutatásra kerülő új modellel részt kívánunk venni az egri versenyen felül a győri Széchenyi Futamon, a Kecskeméti Pneumobil Gálafutamon, valamint Budapesten az Andrássy úton idén először megrendezésre került Energiafutamon is. A májusi Bosch Rexroth Pneumobil versenyen való elinduláshoz rengeteg szabálynak és előírásnak kell megfelelnie a járműnek. Ezeknek a feltételeknek eleget téve minden átalakítás nélkül részt vehetünk a további versenyeken, mivel a többi verseny kiírása nem ennyire kötött. Ez viszont több lehetőséget/szabadságfokot jelent az autó kialakítása során, amelyet mind figyelembe kell venni a tervezésnél. A győri Alternatív Hajtású Járművek Versenyén, azaz a Széchenyi Futamon rengeteg jármű indul különböző kategóriákban. Az összes versenyautóban közös, hogy egyik sem használ hagyományos benzin, vagy dízel üzemű motort. A kategória versenye, amelybe a mi csapatunk is nevez és ahol az összes sűrített levegős jármű is indul, egy teljes órán keresztül tart. A kecskeméti Pneumobil Gálafutam technikai előírásai teljesen megegyeznek az egri versenyével. Ez egy úgynevezett „revans futam”, mivel az egri és a kecskeméti futam között körülbelül három hónap telik el, így a csapatoknak, akik kevésbé voltak eredményesek Egerben esélyük nyílik ez alatt az idő alatt versenyképesebbé tenni járműveiket. Sajnos az Andrássy úton megrendezett Energiafutamon nem tudtunk részt venni idén, így jövőre ez új kihívást jelet csapatunk részére.

A versenyekre való felkészülés rengeteg időt és energiát igényel. A tervezés és az építésen kívül a csapattagok feladata a menedzsment és logisztika. A versenyekre való nevezés és azokon való részvétel között több hónap telik el, amelyek során támogatást biztosít csapatunk részére több külsős cég és magánszemély, de a legnagyobb támogatást az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kara azon belül is a mechatronika tanszék adja számunkra, mind materiálisan és financiálisan.

A következőekben a Flux-Gate 2012 névre hallgató pneumobil terveit szeretnénk bemutatni.

Jármű bemutatása:

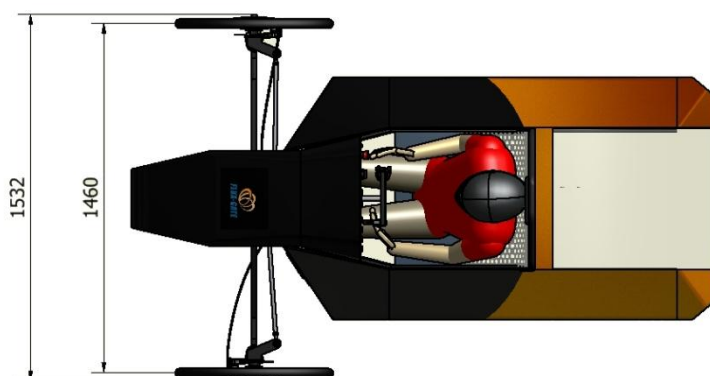
Az FG2012 modell egy háromkerekű konstrukció. A hátsó kerék hajtott a két első kormányzott. A tervezés során fő szempont volt az átláthatóság, a könnyű szerelhetőség és törekvés a legegyszerűbb megoldásokra, hiszen így a későbbiekben sok probléma megelőzhető. Elsődlegesen a váz kialakításánál figyeltünk a funkcionalitásra, hogy minden felszerelt alkatrésznek a helye a működéséhez a legelőnyösebb pozícióba kerüljön. Természetesen a sofőr elhelyezése volt az elsődleges feladat, majd következhetek a meghajtás, a pneumatika és az elektronika egyes elemei. A háromkerekű kialakítás mellett főként a súlycsökkentés és az egyszerűbb működtetés érdekében döntöttünk. Jogosan felmerülhet a kérdés, hogy nem vesz-e így az autó a stabilitásából!? Az előző évek tapasztalataiból már tudjuk, hogy kanyarokban is megfelelő lesz a stabilitás. Mivel a jövő évben több versenyen is rész kívánunk venni így szem előtt kellett tartani a tervezés során, hogy mindegyik verseny szabályzatának maradéktalanul megfeleljen a jármű. Minden rendezvényen és azon belül minden versenyszámban a kocsinak meg kell állnia a helyét és ehhez biztosítani, hogy több üzemmódban is tudjon működni a motor, így a maximális gyorsulás vagy a minimális fogyasztás üzemmódok beállításának lehetőségét megvalósítani, valamint a dinamikus menetteljesítmények feltételei mind a tervezés részét képezték. A cockpit kialakítása lehetővé teszi a sofőr számára az egyes üzemmódok közötti váltást valamint az ergonomikus kialakításnak köszönhetően könnyen elérhető az összes kezelőszerv (gázpedál, fékek, elektromos és pneumatikus kapcsolók).



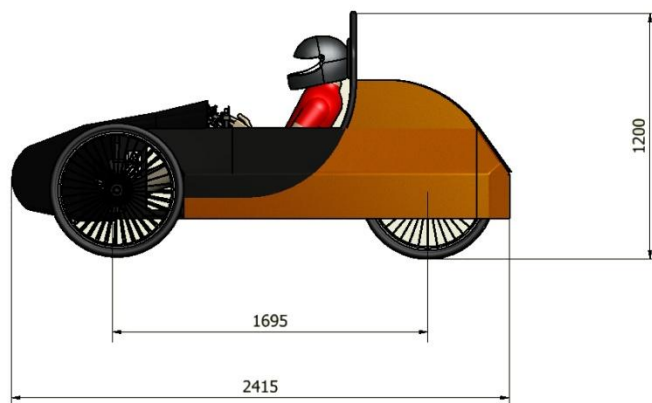
Jármű kialakítása, Váz:

A szabályzat ide vonatkozó része előírja, hogy az autó jellegű beülős kialakításnál ...

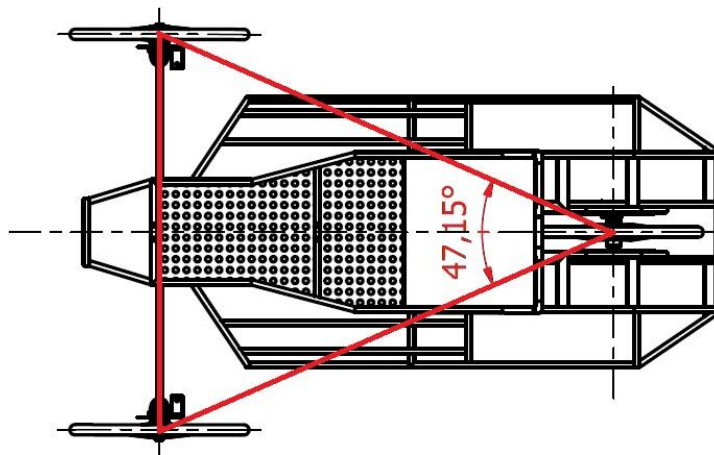
- a) a jármű megengedett hosszúsága max. 2,5 méter, szélessége max. 1,7 méter.



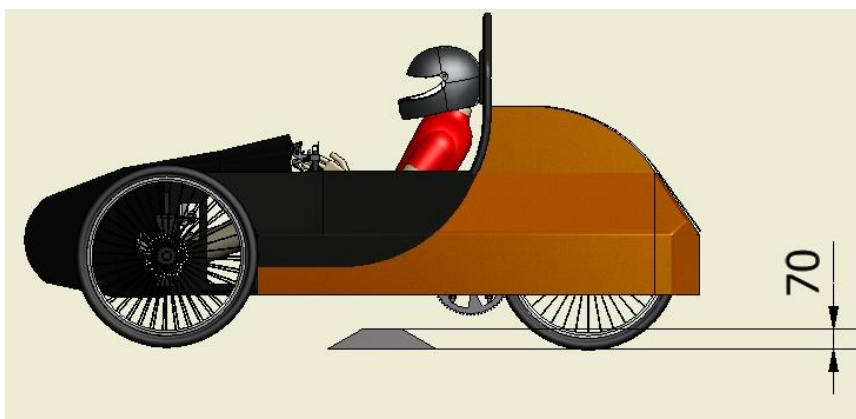
b) a kialakítás során figyelembe kell venni, hogy a járművezető vállmagassága a vezetési pozícióban nem haladhatja meg a nyomtáv 75%-át, és semmilyen motoralkatrész vagy a palack legmagasabb pontja sem érhet e magasság fölé, valamint minden járműbe kötelező bukócső beépítése. A bukócsőnek az alvázhoz, vagy rácsos oldaltartó szerkezethez kell csatlakoznia, és egy darab anyagból kell hajlítani. Anyagát tekintve acél vagy alumínium: a felhasznált cső mérete acél esetében min. 25 mm átmérő és min. 2 mm falvastagság, alumínium esetében min. 35 mm átmérő és 2 mm falvastagság. A keret szélessége vállmagasságban min. 700 mm kell, hogy legyen. A keretnek kellően merevnek kell lennie, és biztosítani kell a fej védelmét is, ezért fejtámlát vagy fejtámlás ülést szükséges a járműbe szerelni. A bukócsövet függőlegesen a fejtámla síkjában kell elhelyezni, és a magasságát úgy kell meghatározni, hogy vezetési pozícióban a sofőr sisakja fölé érjen 5 cm-rel.



c) a háromkerekű járműveknél a kerekek központja által bezárt háromszög legkisebb szöge nem lehet kevesebb, mint 30°



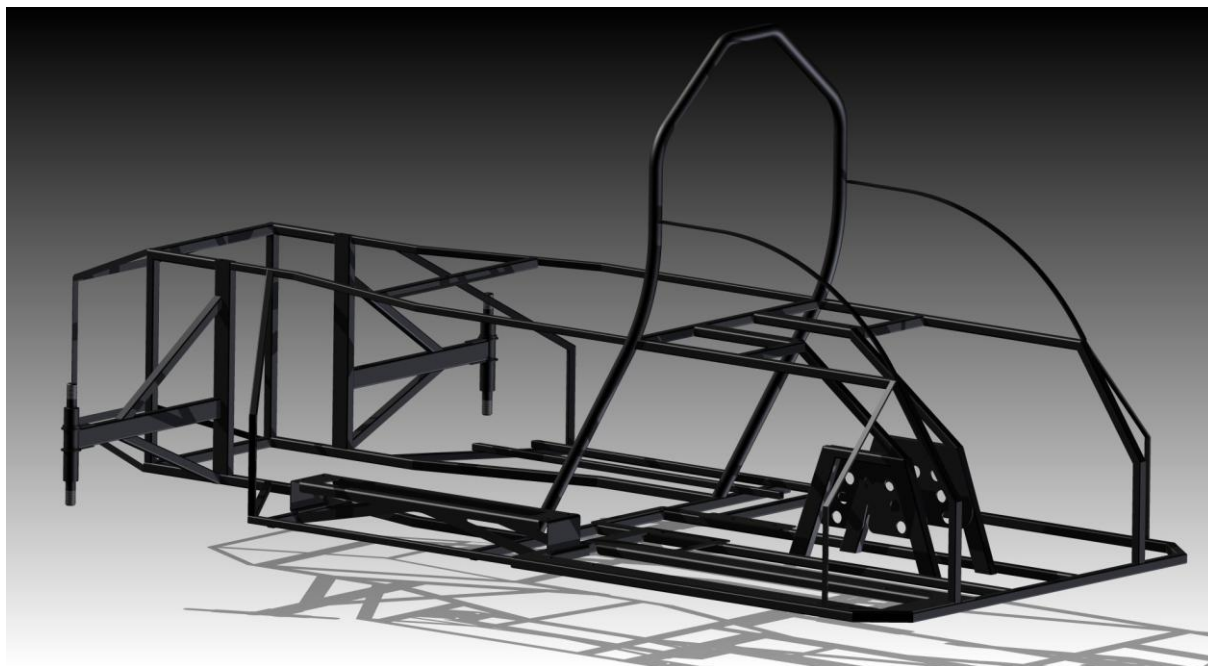
d) a jármű szabad has magassága minimum 70 mm, amelynek a biztosítása egy 70 mm magas „fekvőrendőrrel” kerül ellenőrzésre.



A váz tervezésénél figyelembe vett további szempontok:

Mivel a vázszerkezetnek fémből kell készülnie lehetőségünk nyílt anyagválasztásra. A két szóba került anyag az alumínium és az acél. Keresztmetszetet tekintve cső vagy zárt szelvény. Az alumínium előnye, hogy könnyű, viszont drága, kisebb szilárdságú, nagyobb szilárdságú ötvözetek nehezen beszerezhetők és szerelése körülményesebb. Hegesztése drágább, nagyobb szaktudást igényel. Ezzel szemben az acél, könnyen hozzáférhető, olcsóbb, könnyen alakítható, hegeszthető, nagy szilárdságú, viszont nagyobb tömegű. A cső keresztmetszetű anyagok jobban veszik fel az ébredő erőket, viszont nehezebben megmunkálhatóak, az áthatások elkészítése nehezebb. Zárt szelvénynél mind a megmunkálás, mind a kötéstechológia általánosabb.

A váz anyagát tekintve a választásunk szénacél zártszelvény lett. Választásunk azért esett erre az anyagra, mert megfelelő merevséget biztosít a járműnek, és könnyen megmunkálható, nem igényel különleges technológiákat.



A kialakítás megválasztásánál a legfontosabb szempont a járműre ható statikus és dinamikus terhelések elviselése, de mégis a legkönnyebb konstrukció megvalósítása. A vázszerkezet kialakításának további előnyei a gyors palackcsere és sofőrváltás megvalósíthatósága. Az egyes zártszelvény szálak megfelelő méretre darabolására szalagfűrész használunk. Az egyes elemeket fogyóelektródás védőgázas hegesztéssel rögzítjük egymáshoz.

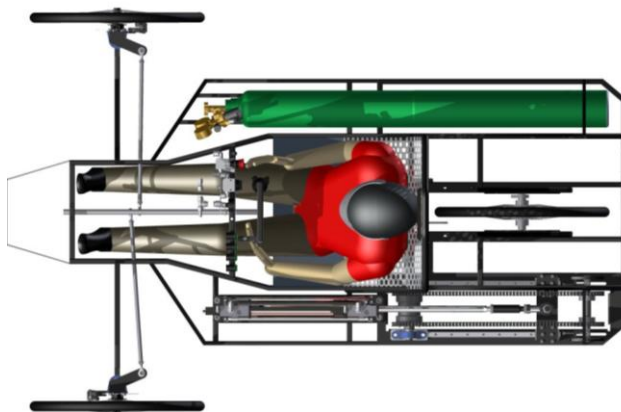
Üzemanyagtartály/ puffer tartály:

Ide vonatkozó szabályok előírják, hogy...

Az energiaforrás egy darab sűrített levegős palack (űrtartalom 10 liter, névleges nyomás 200 bar). A palack nyomáscsökkentővel van ellátva.

A palackot a vázszerkezethez kell rögzíteni, és biztosítani kell kicsúszás ellen is. A reduktort úgy kell elhelyezni, hogy borulásnál, fizikai útakadálynál vagy egyéb sérülésveszély esetén védve legyen.

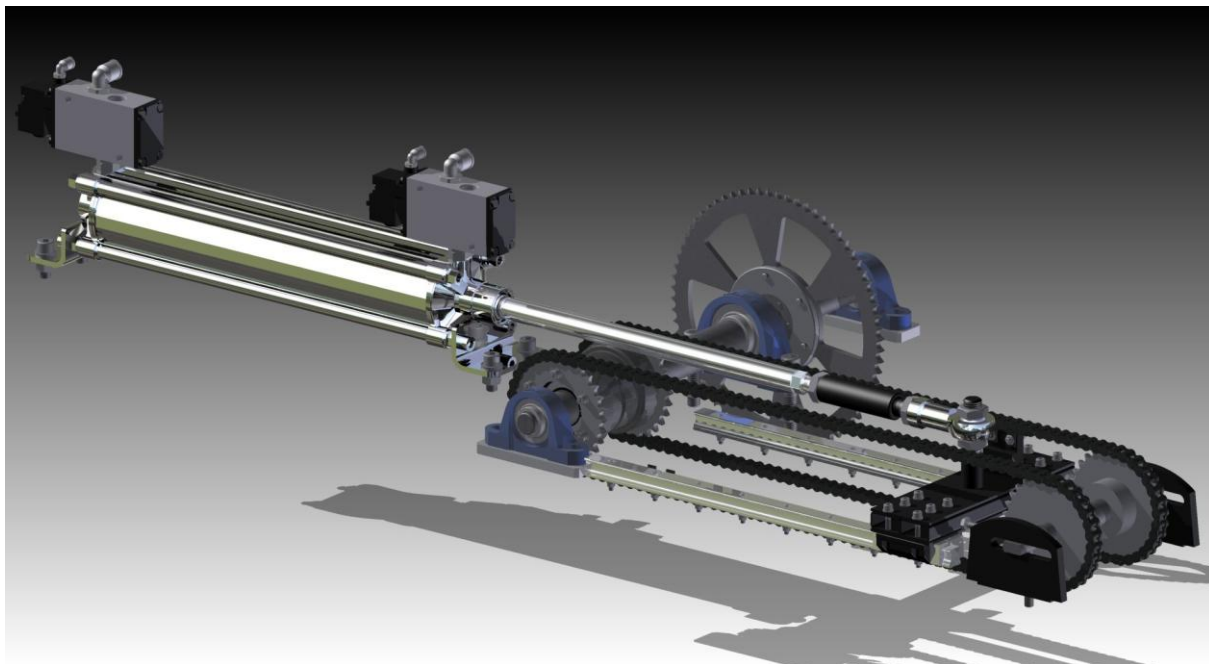
Mint az illusztráción is látszik a járművet úgy terveztük, hogy nagyobb palack is beszerelhető legyen, mivel a győri versenyen nincs megszabva, hogy a palack mérete az egrivel ellentétben. A győri futamon a járműnek háromnegyed órán keresztül kell köröznie a versenypályán. Az nyeri a futamot, akinek ez idő alatt a legtöbb befejezett köre van. Ez azt jelenti, hogy többszöri bokszt kiállítás szükséges. A pályán töltött idő megnövelésére és a bokszt látogatások gyakoriságának csökkentésére ezt találtuk a legjobb megoldásnak.



Erre a futamra összesen négy nyomáscsökkentővel készülünk, hogy a palackcsere idejét még jobban lerövidítsük. Az egri pneumobil versenyen sem marad üresen a nagyobb palack helye, hiszen tágulási tartály, azaz puffer tartály használata engedélyezett. Az eddigi évek során több csapat használt különböző méretű gázpalackokat puffer tartályként, így idén először mi is szerelünk a járműre. Számunkra egy kamion fék légtartálya látja el ezt a szerepet, amely 15 Bar üzemi nyomást is elbír. Ezzel biztosítható, hogy a jármű indulásnál nagyobb gyorsulást érhessen el, mivel így a munkahengerbe a maximális térfogatárammal juthat a gáz (a reduktor áteresztő képessége nem elegendő).

Motor felépítése és elvi működése:

A 2010-es modell csillag motor, a 2011 járművet forgattyús motor hajtotta. Az új modellbe egy úgynevezett lineáris motor kerül beépítésre, amelyet egy Ø80mm x 400mm méretű henger hajt. A motor pontos felfogatását egy 3mm vastag lézer vágott acéllemez biztosítja, amely nem utolsó sorban megfelelő merevséget biztosít. A dugattyúrúd és a láncot egy úgynevezett „húzólemez” köti össze, aminek megvezetését golyós kocsis sín pár biztosítja. A rendszer különlegessége, hogy a henger mindkét ütemben hasznos munkát végez, ehhez elengedhetetlen a két szabadonfutó (melyet egyedi tervek alapján valósítunk meg), ami szabályozza a hajtás irányát az egyes munkaütemekben.



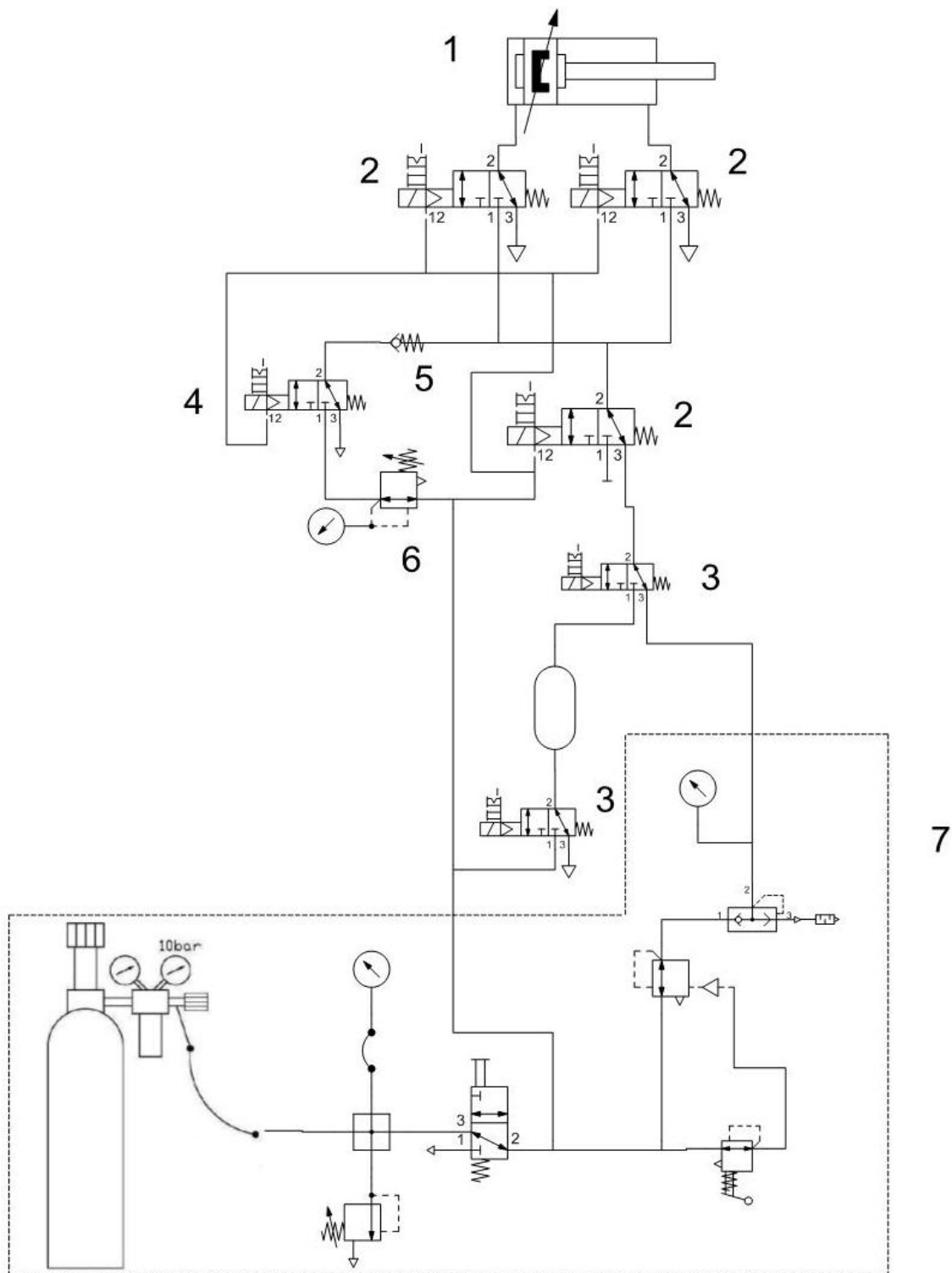
A rendszer különlegessége, hogy a henger mindkét ütemben hasznos munkát végez, ehhez elengedhetetlen a szabadonfutó, ami szabályozza a hajtás irányát az egyes munkaütemekben. Ahhoz hogy a fenti elképzelést megvalósítsuk nélkülözhetetlen az úgynevezett egy húzótengely alkalmazása, mely a rajta elhelyezkedő két csapágyazott lánckerék segítségével a nyomatékot az egyes henger ütemekben a megfelelő szabadonfutóra juttatja, amely a hajtás irányában forgatja a főtengelyt.

Motorvezérlés:

A motorvezérlés feladatát a Bosch Rexroth cég által biztosított IndraControl L10 típusú PLC egység látja el. A PLC feladata a szelepek kapcsolása, ezzel vezérelve a motor munkahengereit. A dugattyú pozícióját szenzorokkal érzékeljük, amelyeknek a jelét szintén a PLC dolgozza fel. A PLC programozása számítógépes szoftverrel valósul meg, irányítása illetve a programok közötti váltás a műszerfalon elhelyezett kapcsolókkal és nyomógombok segítségével lehetséges, amelyek állapotáról visszajelző fények adnak információt.



A gáz felhasználás változtathatósága alapkövetelmény, hiszen a gyorsulási vagy az ügyességi versenyen nem számít mennyit fogyaszt a jármű, viszont a távolsági futam épp a fogyasztás minimalizálására van kihegyezve. Mindezt figyelembe véve úgy alakítottuk ki a pneumatikus kapcsolást, hogy az egyes üzemmódok közötti váltás megoldható legyen.

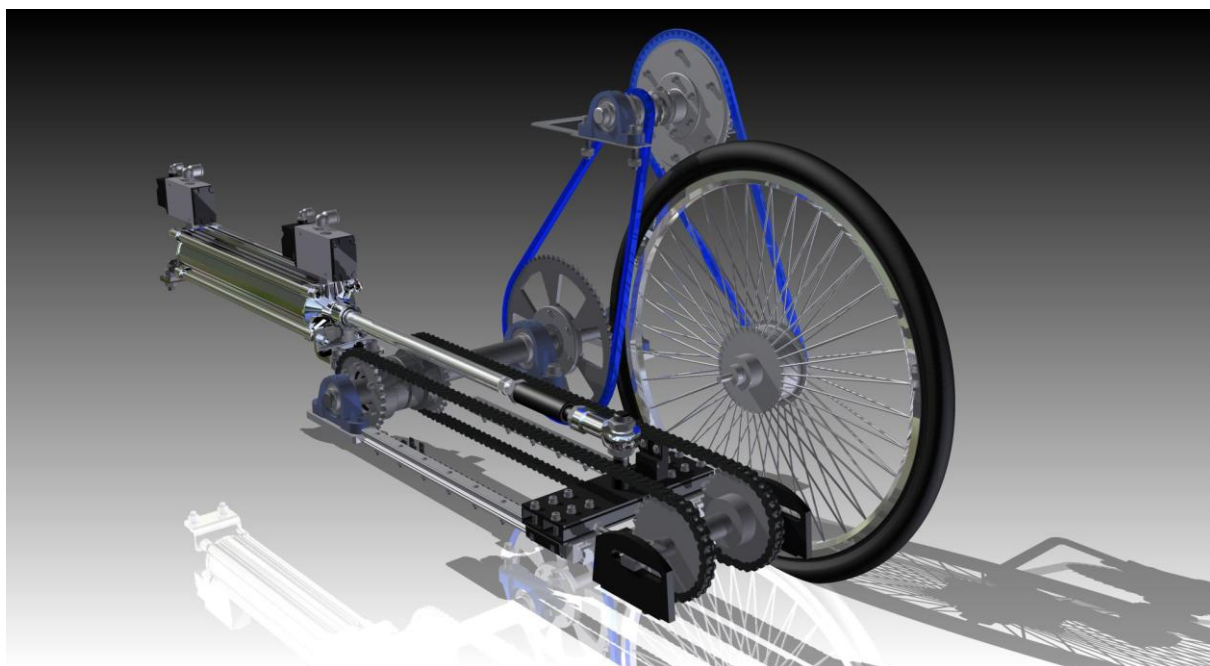


A pneumatikus kapcsolás első szerkezeti egysége a vészstop kör (7), melyben a gáz nyomása fokozatmentesen állítható gázpedál segítségével. Feladata: probléma esetén a palackból beáramló gáz elzárása és a rendszer leszellőztetése. Ezt követően a gáz a motorvezérlő szelepekbe jut (2), amely a PLC program utasításainak megfelelően mozgatja a hengert (1). Ez után a motorvezérlő szelepek (2) segítségével expandálás valósítható meg ezért választásunk külső vezérlésű szelepekre (2) esett. Az expandáltatás programnak van egy úgynevezett vészköre (4,5,6), amely feladata a henger véghelyzetbe juttatása, abban az esetben, ha a hengerbe jutott nyomás az expandáltatás során már nem lenne képest a henger véghelyzetbe való juttatására. A rendszer el van látva egy puffer rendszerrel. Ennek szerepe az intenzív gyorsításoknál jelentős.

Hajtáslánc:

Ide vonatkozó szabályok előírják, hogy a hajtásláncnak kötelező szabadonfutóval vagy tengelykapcsolóval rendelkeznie.

A munkahenger láncajtással forgatja a főtengelyt szabadonfutók segítségével, ezután szintén lánc alkalmazásával a nyomaték az előtét tengelyre jut, ahonnan a hátsó kereket hajtja meg. 08B-s típusú lánc köti össze a hengert és a főtengelyt valamint az előtét tengelyt. Az előtét tengelyről a NuVinci 360 típusú agyváltójának tengelyére a nyomaték kerékpárlánccal jut. Ez a típusú agyváltó 0,5 lassító és 1,75 gyorsító áttétel között képes a váltást megvalósítani fokozatmentesen.



Az áttételek meghatározása

$$z_1 = 70$$

$$z_2 = 14$$

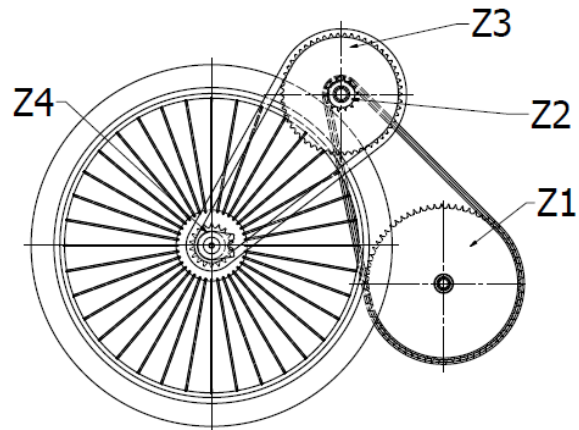
$$z_3 = 54$$

$$z_4 = 18$$

$$i_{1,2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{70}{14} = 5$$

$$i_{3,4} = \frac{z_3}{z_4} = \frac{54}{18} = 3$$

$$i_{össz} = i_{1,2} \cdot i_{2,3} = 5 \cdot 3 = 15$$



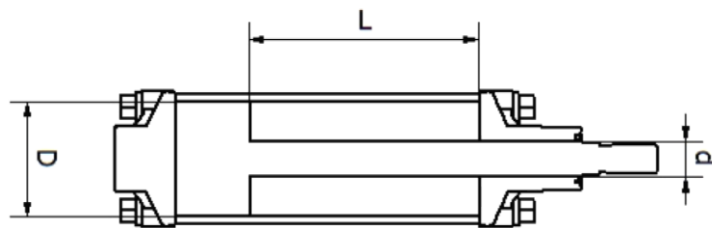
Nyomatékok, fordulatszámok és sebesség számítása terheletlen állapotban

Rendelkezésre álló adatok:

$$D = 0,08m$$

$$d = 0,025m$$

$$L = 0,4m$$



$$v = 0,4 \frac{m}{s}$$

dugattyú sebessége terheletlenül (tapasztalati érték)

$$dp = 0,121498m$$

30 fogas lánckerék osztókörének mérete (főtengelyen)

$$p_r = 10bar = 10^6 Pa \quad \text{reduktoron beállított nyomás}$$

$$A_1 = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(0,08m)^2 \cdot \pi}{4} = 5,027 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$A_2 = (D - d)^2 \frac{\pi}{4} = (0,08m - 0,025m)^2 \frac{\pi}{4} = 4,536 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$V_1 = A_1 \cdot L = 5,027 \cdot 10^{-3} m^2 \cdot 0,4m = 2,010609 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$V_2 = A_2 \cdot L = 4,536 \cdot 10^{-3} m^2 \cdot 0,4m = 1,81427 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$V_{1,2} = V_1 + V_2 = 2,010609 \cdot 10^{-4} m^3 + 1,81427 \cdot 10^{-4} m^3 = 3,824889 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$t_1 = \frac{s}{v} = \frac{0,4m}{0,4 \frac{m}{s}} = 0,1s$$

30 fogas lánckerék kerülete:

$$K_l = dp \cdot \pi = 0,121498m \cdot \pi = 0,381697m$$

1 fordulathoz tartozó löketek száma:

$$B = \frac{K_l}{L} = \frac{0,381697m}{0,4m} = 0,95424$$

fordulathoz tartozó löketidő:

$$t_2 = B \cdot t_1 = 0,9424 \cdot 0,4s = 0,954s$$

Főtengely fordulatszáma:

$$n_1 = \frac{1}{t_2} = \frac{1}{0,954s} = 1,04795 \frac{1}{s}$$

Minimális áttétel a hátsó keréken (NuVinci360):

$$i_{min} = 15 \cdot 0,5 = 7,5$$

Maximális áttétel a hátsó keréken (NuVinci360):

$$i_{max} = 15 \cdot 1,75 = 26,25$$

Hátsó kerék tengely legalacsonyabb fordulatszáma:

$$n_{min} = n_1 \cdot i_{min} = 1,04795 \frac{1}{s} \cdot 7,5 = 7,8596 \frac{1}{s}$$

Hátsó kerék tengely legmagasabb fordulatszáma:

$$n_{max} = n_1 \cdot i_{max} = 1,04795 \frac{1}{s} \cdot 26,25 = 27,5087 \frac{1}{s}$$

Hátsó kerék átmérője:

$$D_k = 26 \cdot 0,0254 = 0,66m$$

Hátsó kerék kerülete:

$$K_k = D_k \cdot \pi = 0,66m \cdot \pi = 2,0747m$$

Sebesség a legkisebb váltófokozatnál:

$$v_{min} = K_k \cdot n_{min} = 2,0747m \cdot 7,8596 \frac{1}{s} = 16,306 \frac{m}{s} = 57,7025 \frac{km}{h}$$



Sebesség a legnagyobb váltófokozatnál:

$$v_{max} = K_k \cdot n_{max} = 2,0747m \cdot 27,5087 \frac{1}{s} = 57,0725 \frac{m}{s} = 205,4612 \frac{km}{h}$$

Henger által kifejtett erő kifele:

$$F_1 = p_r \cdot A_1 = 10^6 Pa \cdot 5,027 \cdot 10^{-3} m^2 = 5026,548 N$$

Henger által kifejtett erő befele:

$$F_2 = p_r \cdot A_2 = 10^6 Pa \cdot 4,536 \cdot 10^{-3} m^2 = 4535,6744 N$$

Főtengely nyomatéka:

$$M_1 = F_1 \cdot \frac{dp}{2} = F_1 \cdot dp = 5026,548 N \cdot 0,121498 m = 305,3578 Nm$$

Hátsó kerék minimális nyomatéka:

$$M_{2min} = \frac{M_1}{i_{max}} = \frac{305,3578 Nm}{26,25} = 11,63 Nm$$

Hátsó kerék minimális nyomatéka:

$$M_{2max} = \frac{M_1}{i_{min}} = \frac{305,3578 Nm}{7,5} = 40,714 Nm$$

Levegőfogyasztás/hatótáv

Nitrogénpalack térfogata:

$$V_p = 0,2 m^3$$

Ennyiszor tölti fel a hengert a palack oda vissza

$$C = \frac{V_p}{V} = \frac{0,2 m^3}{3,8249 \cdot 10^{-4} m^3} = 52,289$$

Ennyi hengerút kell egy főtengety fordulathoz

$$D = \frac{K_l}{L} = \frac{0,3817 m}{0,4 m} = 0,954$$

Ennyiszor forgatja meg a főtengetyt egy palackkal

$$E = \frac{C}{D} = \frac{52,289}{0,954} = 54,7964$$

Legalacsonyabb áttételnél a hátsó keréktengely ennyit forog egy palackkal

$$n_{h1} = E \cdot i_{max} = 54,7964 \cdot 26,25 = 410,9731$$

Legmagasabb áttételnél a hátsó keréktengely ennyit forog egy palackkal

$$n_{h2} = E \cdot i_{min} = 54,7964 \cdot 7,5 = 1438,406$$

Megtett út a legalacsonyabb fokozatban

$$s_{min} = n_{h1} \cdot K_k = 410,9731 \cdot 2,0747m = 852,6491m$$

Megtett út a magasabb fokozatban

$$s_{max} = n_{h2} \cdot K_k = 1438,406 \cdot 2,0747m = 2984,272m$$

A számított eredmények ideális állapotban értendők terhelés nélkül, mikor nem számoltunk súrlódási tényezővel, nem lett figyelembe véve a jármű súlya és a hajtás hatásfoka.

Valóságban a jármű és a pilóta összsúlya, valamint a kerekek súrlódási tényezői nagyban visszafogják a járművet. A hengernek meg kell mozgatni ezt a nagy súlyt, így sebessége negyedére esik vissza. Ez tapasztalati úton nyert számérték.

$$v_{valós} = \frac{v}{5} = \frac{0,4 \frac{m}{s}}{5} = 0,08 \frac{m}{s}$$

Ekkor a legmagasabb fokozatban elérhető maximális sebesség, azaz a végsebesség valamint a legalacsonyabb fokozat maximális sebessége a következőképp alakul.

$$v_{max} = K_k \cdot \frac{1}{B \cdot \frac{s}{v_{valós}}} \cdot i_{max} = 2,0747m \cdot \frac{1}{0,95424 \cdot \frac{0,4m}{0,08 \frac{m}{s}}} \cdot 26,25 = 11,4145 \frac{m}{s} = 41,0922 \frac{km}{h}$$

$$v_{min} = K_k \cdot \frac{1}{B \cdot \frac{s}{v_{valós}}} \cdot i_{min} = 2,0747m \cdot \frac{1}{0,95424 \cdot \frac{0,4m}{0,08 \frac{m}{s}}} \cdot 7,5 = 3,2613 \frac{m}{s} = 11,7406 \frac{km}{h}$$

A motor nyomatékát nagyban befolyásolják a láncajtás veszteségei és a hengerek veszteségei.

$k_1 = 0,9$ a hengerek súrlódási veszteségi tényezője

$\eta_1 = 0,8$ a motor hatásfoka

$\eta_2 = 0,9$ a láncajtás hatásfoka

Henger által kifejtett erő kifelé menetben:

$$F_{1v} = F_1 \cdot k_1 = 5026,548N \cdot 0,9 = 4082,1067N$$

Henger által kifejtett erő befele menetben:

$$F_{2v} = F_2 \cdot k_1 = 4535,6744N \cdot 0,9 = 4523,8934N$$

Főtengely nyomatéka:

$$M_{1v} = M_1 \cdot \eta_1 = 305,3578Nm \cdot 0,8 = 244,2862Nm$$

Hátsó kerék minimális nyomatéka:

$$M_{2maxv} = \frac{M_{1v}}{i_{min}} \cdot \eta_2 \cdot k_1 = \frac{244,2862Nm}{26,25} \cdot 0,9^2 = 26,3829Nm$$

Hátsó kerék maximális nyomatéka:

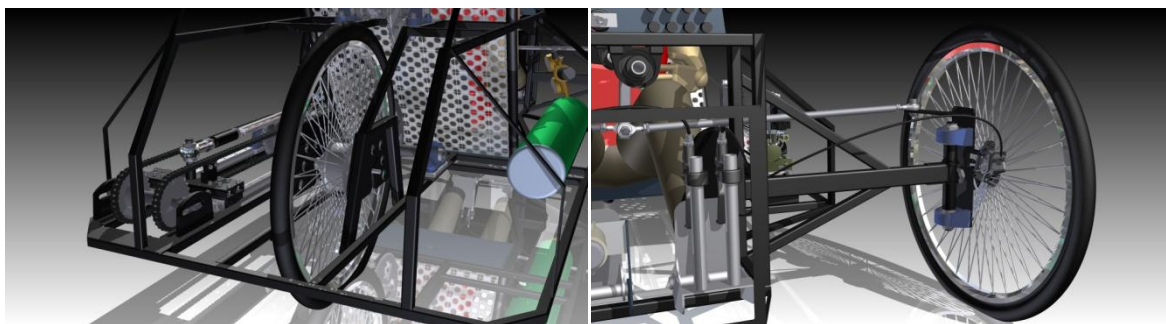
$$M_{2minv} = \frac{M_{1v}}{i_{max}} \cdot \eta_2 \cdot k_1 = \frac{244,2862Nm}{7,5} \cdot 0,9^2 = 8,3755Nm$$

A megtett maximális úthossz értéke a számítás során 10 báros nyomáson folyamatos üzemben értendő. Az eredményekből látszik, hogy nagyon lassú járású motor, alacsony a főtengely fordulatszáma, ezért volt szükség a nagy áttételsorra.

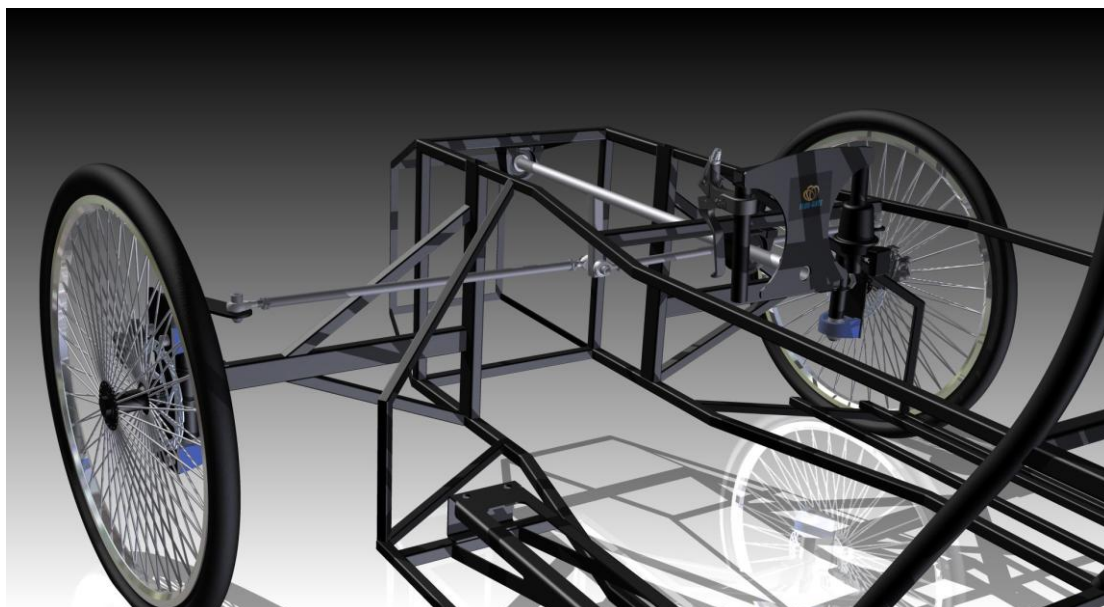
A hosszú távú versenyszámban több lehetőség van az üzemanyag spórolásra: a hengerekbe jutó nyomás csökkentése vagy a gáz expandáltatása. Az expandáltatás során a 10 báros gázzal nem a teljes munkateret, hanem csak egy részét (körülbelül 30%-át) tölti meg a rendszer, amely azonnal tágul. Így is elegendő munkát végezve, ahhoz hogy a dugattyút a végállásig mozgassa (ha valami folytán nem tér ki a véghelyzetig, akkor belép a már korábban hivatkozott „vész kör”). Ehhez a munkahengeren több érzékelőt kell elhelyezni, hogy nyomon követhető legyen a dugattyú pillanatnyi pozíciója és a gáz beáramoltatás megfelelő időpillanatban vezérelhető legyen.

Futómű , Felfüggesztés, Kormánymű:

A tervezés ezen fázisában is törekedtünk az egyszerűsége. A kerékfelfüggesztés merev tengelyes, hiszen minden verseny helyszínen vízszintes aszfaltút van. Az első két kormányzott kerék gumiköpenye duplafalú 26 collos kerékpár felnire illeszkedik, ami a kanyarodáskor nagy biztonságot biztosít. Ezt megerősítve 36 küllő merevíti a felnit.



A kormánymű egyszerű, mégis megbízható. A kormánykereket elforgatva a kormányoszlop végén lévő rúd a kormány elfordítás irányával megegyező irányba elbillen, ami a kormányösszekötő karok eltolásával fordítja el a két első kereket. Ugyan ilyen mechanizmussal működött a 2011-es modell kormányzása, ami megbízhatónak bizonyult.



Fordulókör számítás:

Ide vonatkozó szabályok előírják, hogy az autónak a 8 méter széles pályán meg kell tudni fordulnia.

A fordulókör meghatározásához a körpályán haladó járműmodellt használjuk fel. Egész lassú mozgás esetén nem keletkeznek oldalerők és kúszási szögek. A kerekek oldalirányú szlip nélkül gördülnek le. A sebességvektorokra merőleges sugarak a kör középpontjában találkoznak, amely csúszásmentes gördülés esetén a hátsó tengely meghosszabbításán fekszik. Az ehhez tartozó előkerék-kormányyszöget Ackermann-szög-nek nevezik.

Amennyiben a körpályán való mozgás sebessége növekszik, a kerekek nem csúszásmentesen gördülnek, és kúszási szögek keletkeznek. A momentán centrum helyzete megváltozik. Az egyszerűség kedvéért az alábbiakban csúszásmentes legördüléssel számolunk.

Adatok:

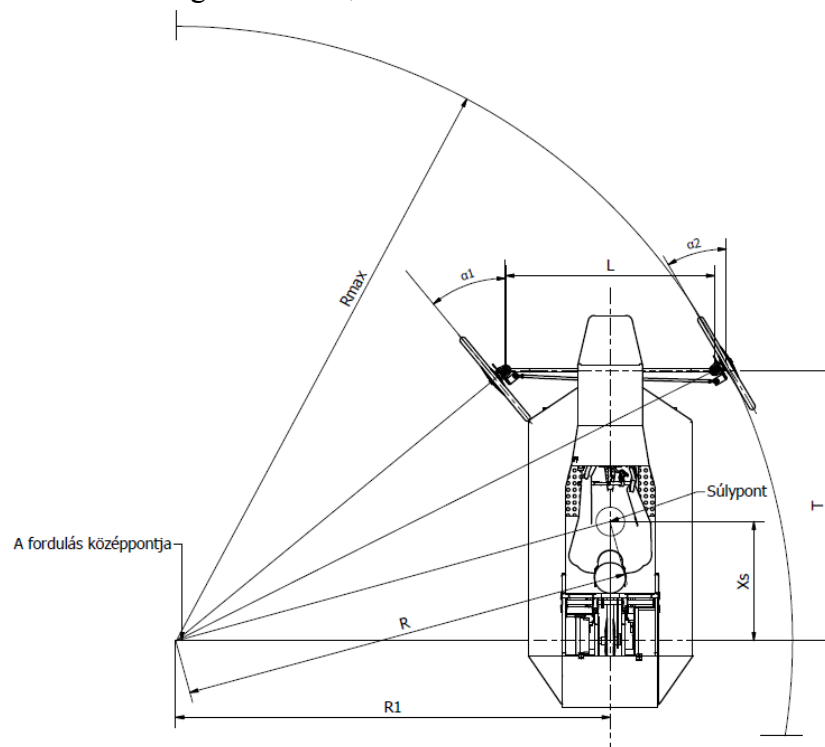
Tengelytáv: $T=1675 \text{ mm}$

A súlypont távolsága: $X_s=675,44\text{mm}$

Nyomtáv: $L=1460 \text{ mm}$

A bal első kerék fordulási szöge: $\alpha_1=39,5^\circ$

A jobb első kerék fordulási szöge: $\alpha_2=30,28^\circ$



A súlypont forduló sugarának meghatározása:

$$R = \sqrt{X_s^2 \cdot T^2 \cdot \cot^2 \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{\cot \alpha_1 + \cot \alpha_2}{2}$$

$$\cot \alpha_1 = 1,2131$$

$$\cot \alpha_2 = 1,7127$$

$$\cot \alpha = \frac{\cot \alpha_1 + \cot \alpha_2}{2} = \frac{1,2131 + 1,7127}{2} = 1,4629$$

$$R = \sqrt{X_s^2 + T^2 \cdot \cot^2 \alpha} = \sqrt{(675,44 \text{ mm})^2 + (1675 \text{ mm})^2 \cdot (1,4629 \text{ mm})^2} = 2541,76 \text{ mm}$$

A jármű megfordulásához szükséges hely meghatározása:

$$R_{\max} = \sqrt{\left(R_1 + \frac{L}{2}\right)^2 + T^2} =$$

$$R_1 = \sqrt{R^2 - X_s^2} = \sqrt{(2541,76 \text{ mm})^2 - (675,44 \text{ mm})^2} = 2450,37 \text{ mm}$$

$$R_{\max} = \sqrt{\left(R_1 + \frac{L}{2}\right)^2 + T^2} = \sqrt{\left(2450,37 + \frac{1460}{2}\right)^2 + 1675^2} = 3594,49 \text{ mm}$$

Fordulókör:

$$D = R_{\max} \cdot 2 = 3594,49 \text{ mm} \cdot 2 = 7188,98 \text{ mm}$$

Tehát a számításokból kiderül, hogy az autó 8 méteres körön meg tud fordulni, így a szabályoknak megfelel.

Fékek:

Ide vonatkozó szabályok előírják, hogy...

a) A jármű összes kerekét el kell látni üzemi fékberendezéssel. Ezeket két egymástól független körbe kell bekötni, amelyek képesek a sebesség hatékony csökkentését és a jármű megállítását garantálni a mozgásban lévő járműnél. (pl.: Ha háromkerekű a jármű és mechanikus /bowden-es/ a fék rendszer, a pedálba min. két bowden-t kell bekötni, egyet az első kerekéhez és egyet a hátsóhoz. Amennyiben az egyik kör /bowden/ sérül, a másiknak még működőképesnek kell maradnia.)

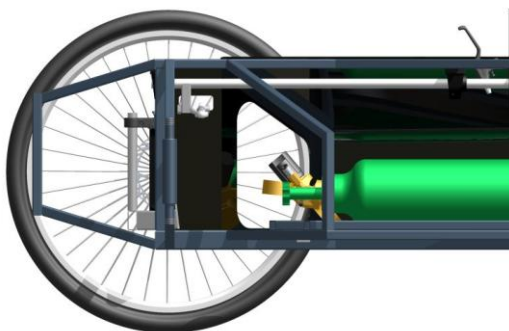
b) A járművet rögzítő fékkel is el kell látni (ez lehet valamelyik fékkör mechanikus reteszelése is).

A fékek kiválasztásánál figyelembe vett szempontok:

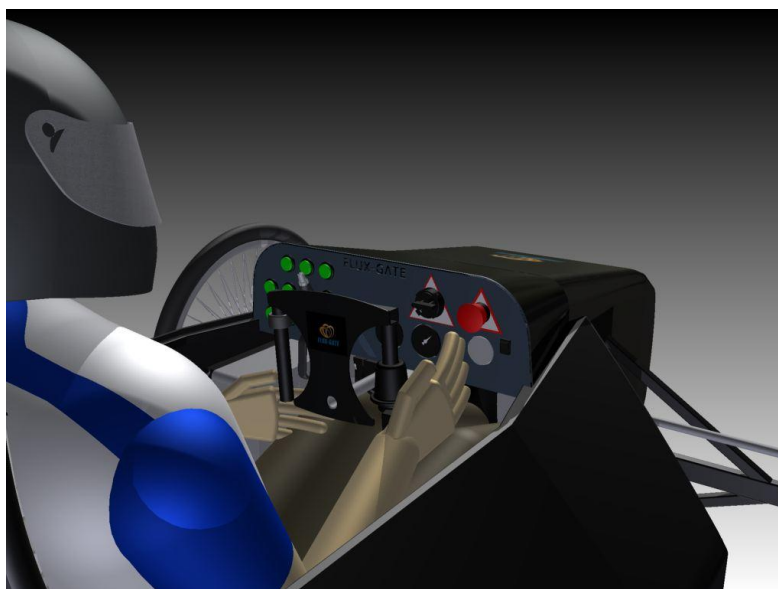
Fékek terén a legfontosabb a megfelelő lassító hatás. A bicikli kerekek és az agyváltó miatt a legkézenfekvőbb választás, hogy kerékpár fékekkel szereljük fel a pneumobilunkat. A legbiztonságosabb megállás illetve lassítás megvalósításához az első két kerékre hidraulikus tárcsaféket a hátsó hajtott kerékre az agyváltóhoz való görgős féket választottuk. Az első fékeket pedállal lehet működtetni, míg a hátsó fék bowdenjét egy fékkar segítségével lehet megfeszíteni. A hátsó fék fékkarja mechanikusan reteszelhető.

Biztonsági előírások:

A technikai versenysportok veszélyesek és ez vonatkozik a pneumobil versenyekre is. Ezért a szervezők által előírt alapvető biztonsági előírásoknak maradéktalanul meg kell felelnie a járműnek. Így a pilótának kötelező bukósisakot viselni, használni a hárompontos biztonsági övet. Fontos hogy a váznak és a bukócsőnek meg kell védenie a pilótát az esetleges balesetek során a sérülésektől. A vázon ezért külön kialakításra került egy gyűrődési zóna, amely a frontális ütközések során megóvjá a sofőr lábát.

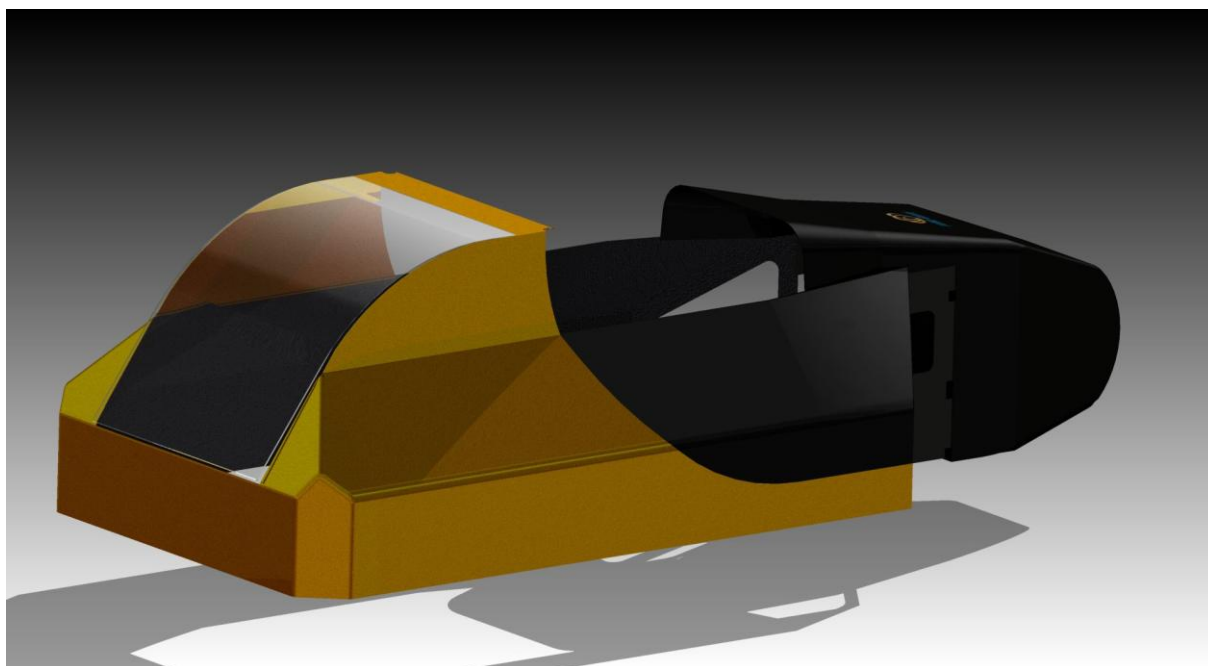


Elektronikus és pneumatikus rendszereket vészleállító kapcsolóval kell ellátni, amelyeket úgy kell elhelyezni, hogy a sofőr vagy akár egy külső beavatkozó személy könnyedén elérje. Ezen berendezések kapcsolóját megfelelő jelzéssel kell ellátni. A járművet megfelelő fékberendezésekkel kell ellátni, melyek hatékonyan tudja a fékezést megvalósítani. A versenyzőt meg kell óvni a motor meghibásodásából fakadó esetleges sérülésektől, ezért el kell választani egy fallal a vezető fülkét a motortértől. Ennek megoldására körlyukas perforált alumínium lemezt alkalmazunk.



Burkolat:

Fő feladata a váz elemeinek és a mechanikai valamint az elektromos alkatrészek védelme a külső behatásoktól. A tervezésnél fő szempont volt, hogy feladata ellátása mellett esztétikus megjelenést biztosítson a járműnek. Szerepe továbbá a rajtszám helyének meghatározása és a szponzorok logóinak biztosít felületet.



Anyaga üvegszál erősítésű műanyag. Ennek előnye, hogy tömege kicsi és bonyolult formák is könnyen előállíthatók. A burkolati elemek elkészítése során egyszerű lamináló eljárást alkalmazunk majd festéssel színezzünk. A burkolatnak könnyen eltávolíthatónak kell lennie, az esetleges szerelések és palackcserék idejének csökkentése végett.

A versenykiírás szerint a motort úgy kell beépíteni, hogy külső szemlélő láthassa annak szerkezetét és működését. Ezért a motorháztetőnek átlátszó plexi lemezt alkalmazunk.

Technológia felhasználása egyéb területeken:

Pneumatikus elemeket napjainkban főként az iparban alkalmazzák. A sűrített levegőt, mint energiaforrást leginkább a gyártó és automatizáló berendezésekben használják. A nagy nyomású rendszerek eszközei nagy választékban és könnyen beszerezhetők. További jellemzőik, a viszonylag egyszerű vezérelhetőség, nagy erő kifejtés és termelékenység. Hátrányaik az elemek és a sűrített levegő előállításának viszonylag magas ára. A pneumatikus eszközökkel nem csak a gyárak falai közt találkozhatunk, hanem a mindennapi életben is, például a buszok ajtónyitó berendezésiben és gépjárművek lengéscsillapítójában.

Gépjárművek üzemanyagaként is alkalmazzák a sűrített levegőt, ami a villamos energia, a hidrogén és napelem mellett egy lehetséges alternatív energiaforrás, amely felválthatja napjaink környezetszennyező gépjárműveinek hajtását. A sűrített levegő hajtású autó nem egy új keletű dolog.

Már a múlt században megkezdődtek az ez irányú fejlesztések, mára már sorozatgyártásban készülnek ezek az autók. A műszaki és technológiai fejlesztések a nagyobb hatótáv és sebesség, valamint az alacsonyabb fogyasztás és jobb hatásfok



elérésére irányulnak, hogy ezek a járművek szélesebb körben elterjedhessenek. Jelenleg magas árak és korlátozott használhatósági lehetőségeik miatt csak kevesen használják. A legjelentősebb sűrített levegővel hajtott járműveket előállító cég a francia MDI. Jelenleg öt különböző típusú autót kínálnak a környezettudatos vásárlóknak, akár már 3500 eurótól.

Összegzés, konklúziók:

A 2012-es modell megalkotása során igyekeztünk az előző évek hibáit kiküszöbölni, a tapasztalatainkat felhasználni, hogy a versenyeken jobb eredményeket érjünk el. Ennek szellemében a tervezésnél igyekeztünk minden apró részletére kitérni, beleértve a váz teherbírását és a súlycsökkentését, a motor maximális teljesítményének elérését, az előző évek lehajtásából adódó hibák kiküszöbölését, így törekedni minél nagyobb hatásfokra.

Az építés során a fő szempont a minél nagyobb műszaki színvonal és pontosság előállítása a számunkra elérhető technikai eszközök és technológiák segítségével.

A tervezésen és az építésen túl a versenyeken is a maximumra törekszünk, hogy minél jobb helyezéseket érjünk el, így öregbítve az Óbudai Egyetem azon belül is a Bánki kar hírnevét, ezzel megköszönve a többéves támogatást és segítséget.

Reméljük, hogy a 2012-es év sikeres lesz a Flux-Gate csapat számára, és a tervezésbe és kivitelezésbe fektetett idő és energia meghozza gyümölcsét.

Felhasznált irodalom:

Zomotor Ádám – Gépjármű Menetdinamika

Reza N. Jazar - Vehicle Dynamics Theory and Application

Diószegi György – Dr. Gyurcsovics Lajosné – Dr. Kósa Csaba – Körtvélyesi Géza – Dr.

Lehotai Péter – Matskássy Gábor – Szabó Endre – Géprajz - Gépelemek II.

Zinner György – Gépjárművek Erőátviteli Berendezései

<http://www.boschrexroth.hu/>

<http://www.pneumobil.hu/>