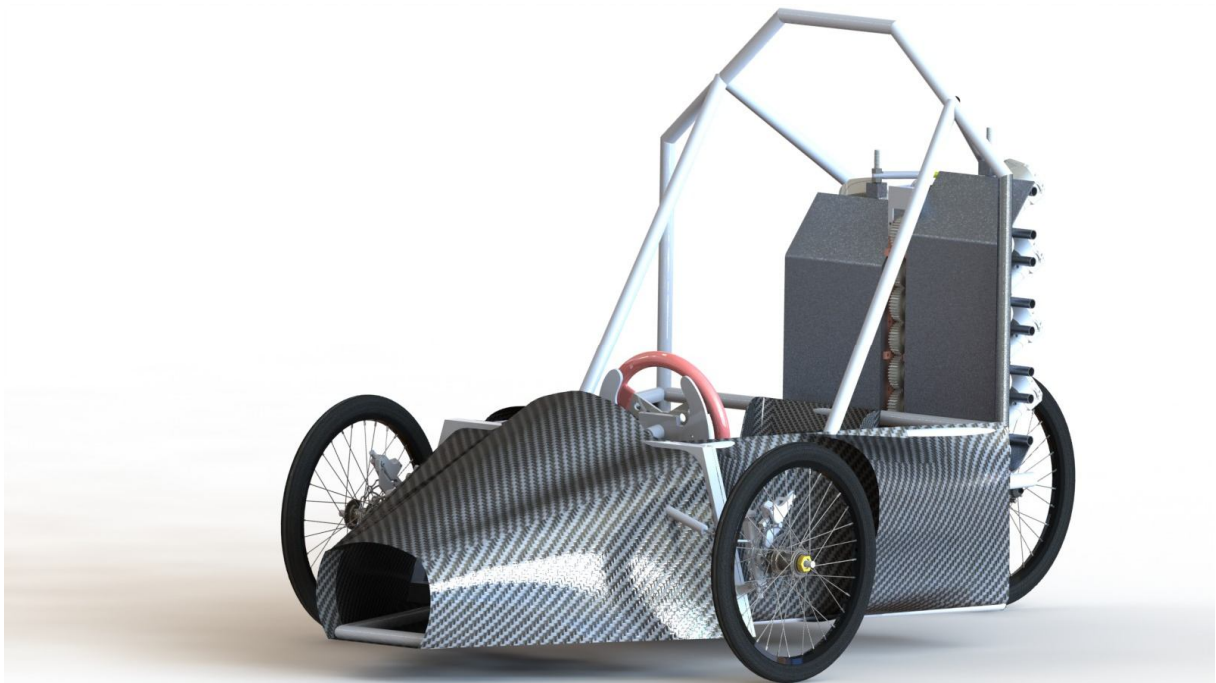


Széchenyi István Egyetem, Győr

**IV. Elektromos futamra fejlesztett
elektromos versenyjármű**



Készítette:

Bodó Gábor *(Gépészmérnök Bsc 3. évfolyam)*

Gonda Gellért *(Gépészmérnök Bsc 3. évfolyam)*

Nagy Attila *(Gépészmérnök Bsc 3. évfolyam)*

Zámbó Zoltán *(Járműmérnök Msc 1. évfolyam)*

Témavezető, konzulens:

Polák József *(tanszéki mérnök)*

Tartalomjegyzék:

Tartalomjegyzék:	2
1. A csapat munkájának bemutatása:	3
1.2 Eddig elért eredményeink:	4
2. IV. Bosch Elektromobil Futam bemutatása	5
2.1 Általános feltételek.....	6
2.1.1. Méretek, tömeg, kialakítás	6
2.1.2. Biztonság.....	6
2.1.3. Vázszerkezet, karosszéria.....	7
2.1.4. Motor	7
2.1.5. Hajtáslánc	8
2.1.6. Kormánymű.....	8
2.1.7. Fék	8
2.1.8. Gépátvétel.....	8
3. Témaválasztás – Miért?.....	10
4. Tervezés lépései:.....	10
4.1. Váz:	10
4.2. Kormányzás, futómű:	12
4.2.1. Kormányzás:.....	15
4.3. Fék:	17
4.4. Meghajtás:.....	17
4.4.1. A fűrók	17
4.4.2. Váltómű:.....	19
4.4.3. A tengelykapcsolás megoldása.....	19
4.4.4. A Fordulatszám vezérlése	20
4.5. Karosszéria.....	21
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	23
Hivatkozás:	24

1. A csapat munkájának bemutatása:

A SZEnergy Team egy olyan hallgatókból álló lelkes csapat, amely alternatív hajtású járművek fejlesztésével foglalkozik. Célunk, hogy az alternatív energiaforrások használatát és a környezet védelmének fontosságát hangsúlyozzuk, és ezek felhasználási módjait fejlesszük és népszerűsítsük. Csapatunk egy önszerveződő csoportként indult, a Közúti és Vasúti Járművek Tanszék felhívására, viszont Egyetemünk sikereinket elismerve és felkarolva a 2009. évben megalakult Jedlik Ányos Szakkollégium tagjává nyilvánított minket, azóta ezek között a keretek között működünk.

A járművekkel (járműszerkezetek, járműrendszerek, járműfenntartás, járműdiagnosztika, járműgyártás, anyagismeret, gyártástechnológiai, hő és áramlástan), környezetvédelemmel és energetikával kapcsolatos tudományterületeken tevékenykedünk.

Csapatunk 2005-ben kezdte meg munkáját, és 2008 óta versenyez a Shell Eco-marathon Europe energiatakarékossági versenyen, melyre idén is nevezünk. Eddig 5 saját járművet építettünk, és több jármű kifejlesztésében vettünk részt partnerként más egyetemekkel és vállalatokkal.

Jelenleg 22 hallgató tagunk van, közöttük megtalálhatók gépészmérnöki Bsc, mechatronikai mérnök Bsc, mérnök informatikus Bsc, villamosmérnöki Bsc, építőmérnöki Bsc és járműmérnöki Msc hallgatók is. Emellett 3 PhD hallgató is részt vesz a csapatmunkában.

A csapatnak működik egy mentor rendszere, ami annyit jelent, hogy a csapat munkája a jármű fejlesztésénél felmerülő tématerületekre van felosztva, hallgatói témavezetőkkel, akik mentorálják a tagfelvételekkor bekapcsolódó új csapattagokat. Minden tématerületnek van egy oktatói konzulense is, akihez tudunk fordulni a felmerülő problémákkal.

Így minden tagunk a lehető leghatékonyabban és legalaposabban tanulja meg választott szakmáját, és komoly tapasztalattal rendelkezve jut ki az iparba. Egyes tervezőszoftverek, sajátos témák miatt tanfolyamokon veszünk részt, vagy pár hónapos gyakorlaton cégeknél.

A munkánkat 8 oktató segíti az egyetemünk 5, majd minden tudományterületet lefedő tanszékéről. Közülük kiemelnénk Dr. Varga Zoltán egyetemi docenst, aki alternatív hajtású járművek fejlesztésével foglalkozik, csapatunk megalapítója és oktatói vezetője.

A tavalyi győztes, SZEvolution nevű napelemes autónk egy olyan fejlesztési alap lett, amin minden évben fejlesztve még évekig versenyképesek maradhatunk. Ez egy karbon-kompozit karosszériájú 7 négyzetméter napelem felülettel rendelkező jármű, mely önerőből és csak a napenergiáját felhasználva 50 km/h-s sebességre képes. Teljesen egyedi fejlesztés, nem tartalmaz, és a versenyszabályok miatt nem is alkalmazhatnánk semmilyen közúti járműben megtalálható nagyobb részegységet, elemet.

1.2 Eddig elért eredményeink:

Tevékenységünk során, a Shell Eco-marathon Europe nemzetközi energiatakarékossági versenyen már harmadik alkalommal értük el kategóriánkban a legjobb eredményt és kétszer hozhattuk el az Urban Concept - Solar Power Award díjat, mely a városi napelemes meghajtású jármű kategória győztesének jár. A verseny komolyságát jelzi, hogy 2010-ben 23 ország 213 csapata vett rajt részt.

A 2010 évi versenyen csapatunk a Solar Power Award díj mellett egy fontos dolgot is elért, ugyanis pozitív energiamérleget teljesített autónk az egyik futamban, ami az jelenti, hogy több energiát termeltünk a verseny folyamán napelemeink segítségével, mint amennyi a járművünk mozgásához szükséges volt. Ez a Shell Eco-marathon versenyek városi kategóriájának történetében most először sikerült egy csapatnak.

Több megtiszteltetésben is részesült abban az évben csapatunk, a WWF nemzetközi környezetvédelmi szervezet is kiválasztotta minket, hogy a nemzetközi sajtó előtt felhívjuk a figyelmet a környezetvédelem fontosságára.

A 2009. évi versenyen is kategóriánk legjobbjai lettünk, viszont a rossz időjárási viszonyok miatt mi sem tudtuk időben befejezni a versenyt, ezért eredményt abban az évben nem hirdettek.

A 2008 évi versenyen még csak újoncként vettünk részt és abban az évben volt először magyar résztvevője a versenynek, mindezek ellenére már elsőre sikerült elsőként végeznünk és elnyerni a Solar Power Award nemzetközi díjat.

Munkáink másik komoly elismerése, hogy 2010 nyarán elnyertük a Pannon Novum Regionális Innovációs Tanács által kiírt díjra pályázva a Nyugat-Dunántúli Regionális Innovációs Díjat.

Nemzetközi sikereink mellett a legnagyobb magyarországi alternatív hajtású járművek versenyén, név szerint a Széchenyi Futamon is rendszeresen indulunk, és komoly sikereket értünk el 2005 óta.

2. IV. Bosch Elektromobil Futam bemutatása

A verseny célja, hogy a résztvevő csapatok (hallgatói jogviszonnyal rendelkező diákok/hallgatók) kizárólag saját munkáikat nevezzék a versenyre. Külső segítség igénybevétele kizárólag szponzorációs/finanszírozási célra vehetőek igénybe. A jármű létrehozásánál/kialakításánál külsős cég részvétele nem engedélyezett (segítség igénybe vehető más résztvevő csapatoktól vagy a csapatokat támogató intézménytől – középiskola, főiskola, egyetem). A verseny előkészítése során a verseny szervezői a fenti pont megfelelésségét ellenőrzi, azok nem teljesítése pontlevonást és azonnali kizárását eredményezhet.

Ellenőrzési pontok:

- konstrukció kialakításáról pályázati anyag megküldése
- a gép építése során fotók, videók küldése az előrehaladásról
- gépátvétel során a kialakított/benevezett jármű konstrukciójának szóbeli megvédése (csapattagok vizsgálja az építésről – biztosítva ezzel a saját kezűséget)
- a felkészülés során a szervezők meglátogatják a versenyző csapatokat, hogy megbizonyosodjanak a gép saját építéséről

2.1 Általános feltételek

Feladat egy olyan jármű – ELEKTROMOBIL - tervezése és elkészítése, amelyet 8 db BOSCH PSR 18 LI-2 akkumulátoros fűrócsavarozó gép hajt meg.

A szervezők által megadott határidők betartása kötelező, a határidőn túli teljesítés nem elfogadható és kizárást von maga után!

2.1.1. Méretek, tömeg, kialakítás

A jármű tömege nincs megkötve.

Méretek: a méretek meghatározásánál a helyszínre szállítás feltételeit figyelembe kell venni.
A szélesség; maximum 130 cm.

A versenyző lába és a jármű eleje közötti távolságnak minimum 300 mm-nek kell lennie. A jármű elejének tekintjük előlről számítva az első merev alkatrészt, azaz a flexibilis burkolatokat nem vesszük figyelembe.

Az ülést úgy kell elhelyezni, hogy a lehető legnagyobb biztonsági távolság legyen az ülés és a jármű oldalai között minimum 100 mm.

Kötelező egy olyan merevségű bukócső beépítése, amelynek minimálisan 100 mm-rel a versenyző bukósisakja fölé emelkedik illetve a jármű borulása esetén alkalmas a jármű és vezetője súlyát megtartani.

A vezetőülésnek biztosítani kell a vezető megfelelő oldaltartását. A váll és a comb vonalában az ülésnek minimum 100 mm-rel az ülés síkjából ki kell emelkednie. Verseny kagylóülés használata megengedett.

A járműnek három vagy négy kerékkel kell rendelkeznie (a kitámasztó kerék ebbe nem számít bele). A kerék és gumiméret, a kerékfelfüggesztés és a meghajtott kerekek száma tetszőleges.

A jármű hasmagasságának min. 70 mm-nek kell lennie.

2.1.2. Biztonság

Legalább hárompontos rögzítésű biztonsági öv használata kötelező.

Állvédős bukósisak használata kötelező.

Zárt, kezet és lábat is teljes mértékben eltakaró ruházat (pamut) szintén kötelező. Verseny overál használata megengedett.

A további – eredeti 8 szerszámgépen kívüli - áramforrást (pl.: akkumulátor) biztonságosan kell rögzíteni és a járművön, áramtalanító kapcsolóval kell ellátni.

A járműnek olyan oldalmerevítéssel kell rendelkeznie, amely esetleges ütközés és borulás esetén a járművezetőt a sérülésektől megvédi.

A járműnek oldalirányból olyan mértékben zártnak kell lennie, hogy a vezető karját borulás esetén megvédje, illetve meggátolja, hogy a vezető a karját borulás előtt kitegye. A burkolat anyagára nincs megkötés (pl. PVC lap, farostlemez, alumíniumlap, plexi stb.).

A jármű lábtere nem lehet nyitott (lábsérülések elkerülése végett).

A jármű felépítménye ne tartalmazzon éles, ill. kiálló részeket, amelyek a vezetőt vagy a versenytársakat egy esetleges ütközés során veszélyezteti.

A járművet úgy kell kialakítani, hogy az ülés ülőfelületének magassága maximum a jármű szélességének fele lehet. (6. ábra)

2.1.3. Vázszerkezet, karosszéria

A jármű vázszerkezetének a 2. bekezdésnek megfelelően kell készülnie, amely hordozza a meghajtó szerszámgépeket, a teljes hajtásláncot és a hajtott kerekeket.

A járműre nem szükséges zárt karosszériát építeni, de a hajtómű mozgó alkatrészeit, biztonsági okokból, védőburkolattal kell ellátni.

2.1.4. Motor

A Bosch PSR 18 LI-2 akkumulátoros fűrócsavarozó gép felhasználásával kell a meghajtást megoldani.

A Bosch PSR 18 Li-2 fűrócsavarozó gép a felhasználáshoz nem alakítható át, nem szedhető szét. (eredeti funkcióját – fűrócsavarozó gép – nem veszítheti el)

A jármű meghajtásához kizárólag a 8 darab Bosch PSR 18 Li-2 fűrócsavarozó gép saját akkumulátora használható fel, átalakítása nem engedélyezett.

A meghajtáshoz mind a 8 darab Bosch PSR 18 Li-2 kézhez kapott szerszámgépet fel kell használni.

A felhasznált szerszámgépek saját akkumulátora a felkészülés idejére használható, a verseny teljes ideje alatt a szükséges mennyiségű, feltöltött akkumulátort a Robert Bosch Power Tool Kft. adja a csapat számára.

A 8 darab szerszámgépet a Robert Bosch Power Tool Kft. biztosítja a csapatoknak.

2.1.5. Hajtáslánc

Mind a 8 darab szerszámgépen szabadonfutó alkalmazása kötelező. A szabadonfutóknak biztosítani kell, hogy a jármű lendülete a gáz elvétele után ne hajtja vissza a szerszámgépeket.

2.1.6. Kormánymű

A jármű könnyen irányítható legyen, a vezető képes legyen normál erő kifejtés mellett az egyenes haladást és a kanyarodást biztosítani.

A járműnek 10 méter széles versenypályán meg kell tudni fordulni (fordulókör).

2.1.7. Fék

A járművet két egymástól független fékkel el kell látni (rögzítő fék és üzemi fék), amelyek a mozgásban lévő jármű esetén, a sebesség hatékony csökkentését és a jármű megállítását képesek garantálni (25km/h sebességről 5 méteren belül meg kell tudjon állni).

A fékek közül az egyiknek az álló járművet biztonságosan rögzítenie kell.

2.1.8. Gépátvétel

A gépátvétel a versenyt megelőző napon kerül megrendezésre. A versenybíróság a következőket ellenőrzi a gépátvétel során:

- biztonsági berendezések szabály szerinti kialakítása, megléte,
- a jármű szabályzatban megadott geometriai méretei,

- az egyéni biztonsági felszerelések megléte,
- általános műszaki állapot,
- fékpróba. A gépátvétel minimum követelményei (bármely pont hiánya kizárást von maga után):
- A gépátvétel biztonsági előírások:
- Bukósisak megléte
- Ruházat megléte és minősége
- Biztonsági távolság elől
- Biztonsági távolság fejtől
- Biztonsági távolság oldalt
- Ülés minősége és magassága
- Biztonsági öv megléte
- Kiálló, éles és veszélyes alkatrészek
- Kialakítás:
- Szélesség maximum 130 cm
- Has magasság minimum 7 cm
- Ülésmagasság maximálisan a szélesség fele
- Vázszerkezet megfelelő kialakítása
- Bukókeret,
- Oldalsó védőburkolat megléte
- Hajtóműburkolatok megléte
- 8 darab szerszám gép megléte és működése
- Áramtalanítókapcsoló megléte
- Pótakkumulátor rögzítése
- Szabadonfutók megléte
- Kormányozhatóság
- Fordulókör maximum 10m
- Független fékberendezés
- Rajtszám helye
- Sikeres fékpróba

Amennyiben a versenybíróság nem megfelelést tár fel a gépátvétel során, a csapat köteles azt kijavítani a versenybíróság által megadott időn belül. Ha a csapat nem képes ezt megszüntetni, a versenybíróság a csapatot a további versenyből való kizárással sújthatja.

3. Témaválasztás – Miért?

Csapatunk fő profilja az alternatív meghajtású járművek fejlesztése, több saját tervezésű napelemes versenyautóval értünk el nemzetközi sikert.

Ezért döntöttünk úgy, hogy idén mi is benevezünk a IV.Elekromobil Versenyre.

Nagyon jó lehetőségnek tartjuk, hogy összemérhetjük tudásunkat az ország más felsőoktatási intézményeiben tanuló diákokéval.

Reméljük, hogy a verseny nem csak egy remek szakmai kihívást állít elénk, hanem egy jó hangulatú versenyhétvégével koronázhatjuk meg felkészülésünket.

4. Tervezés lépései:

Csapatunk tervezési múltjának köszönhetően nem kellett tapasztalatok nélkül nekiindulnunk a tervezési folyamatnak. Először az alap konstrukciós kialakítást határoztuk meg, a kerekek számát, befoglaló méreteket, főbb tervezési paramétereket, majd szisztematikusan felépítettük az egész járművet az alábbi főbb egységek szerint:

4.1. Váz:

Feltételek:

- rövid tengelytáv
- kis fordulókör
- súlypont minél alacsonyabb elhelyezése
- egyszerű kialakítás
- jó terhelhetőség
- kis tömeg
- verseny szabályok

Alap konstrukció:



1. ábra Váz konstrukciója

Az eddigi tapasztalataink alapján ötvöztött alumíniumot használtunk a váz anyagának, mivel jól hegeszthető és teljesíti az általunk elvárt követelményeket. Az előzetes szimulációk során 35x2 mm átmérőjű csőszelvényt választottuk.

Váz geometriája:

A váz geometriájánál fontos szempont volt, hogy a jármű alapvetően három kerekű. Azért döntöttünk ez a megoldás mellett mivel a váz kialakítása egyszerűbb, tömegben kevesebb mint ha négy kerekű járművet építenénk valamint költséghatékonyabb, és a meghajtás szempontjából kihagyhatjuk a differenciálművet. Az első futómű bekötési pontjai a jármű elején található trapézon helyezkednek el. A trapéz méreteit a futómű csapterpesztése valamint a verseny szabály maximális szélességi korlátja határozta meg. A trapéz szelvénye 40x40 milliméteres, illetve az oldalak 40x20 milliméteres rúdanyagból készültek. További merevítéseket használtunk a veszélyes sarokpontokon ilyenek az első és a hátsó futómű bekötési pontjai, ezek a merevítések 5mm-es lemezből készültek.

4.2. Kormányzás, futómű:

A pálya adottságai miatt nem volt szükségünk rugózott futóműre ezért egyszerűbb fix felfüggesztést választottunk. Ez a felfüggesztési mód több szempontból is előnyös volt számunkra: helytakarékosági szempontból mivel a pilóta lábai a két első kerék között foglalnak helyet, másrészt a jármű tömegét nem kellett növelnünk felesleges alkatrészekkel.

Az első kerekek 20 colos BMX kerek, melyekbe az extrém kerékpár sportokban használatos átütő tengelyes agyakat fűztünk. A kerékagyak a nagy teherbírása mellett számunkra igen kedvező előnye, hogy átalakítás nélkül tudjuk őket használni tárcsafékes rendszerrel. A megfelelő tengelycsonk kialakításával egy oldalról szerelhető, mint akármelyik hétköznapi jármű kereke.



2. ábra Futómű felépítése

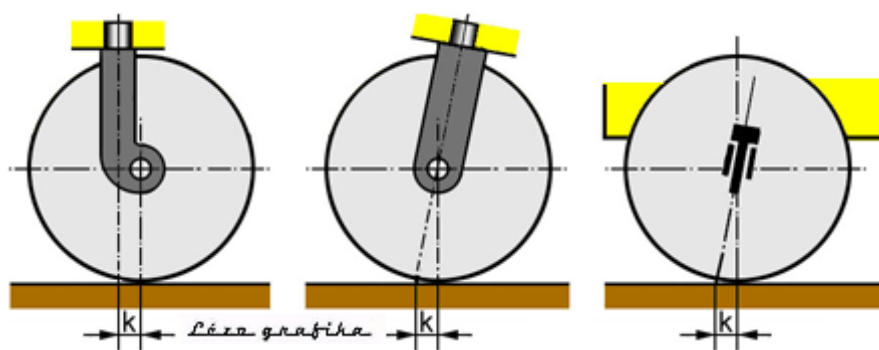
Gömbcsuklók:

A választásunk méretezés után 2 darab 14-es belsőmenetes gömbcsuklóra (GE-szem, szabványszám: INA-GIKR14-PB) esett.

A tengelycsonkok kormányzáshoz szükséges elfordulását a gömbcsuklók teszik lehetővé, továbbá ezek segítségével rögzítjük a vázhoz a csonkokat. Két szem alkalmazásával a

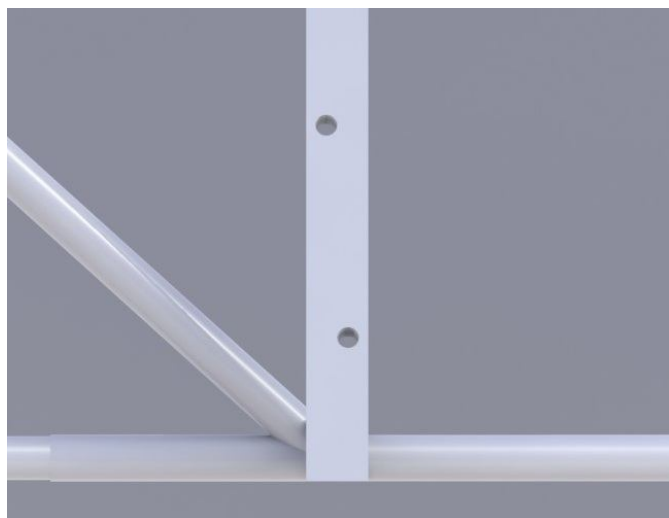
rendszer túlhatározottá válik, ezáltal a csak radiális elmozdulást használjuk ki, akárcsak egy hagyományos csapággy. A kivitelezést megvalósíthattuk volna két darab ferde hatásvonalú csapággyal is, de ebben az esetben még szükséges lett volna egyedi kialakítású csapággház gyártása, ami plusz költséget jelentett volna. Az eredeti megoldásnál mindössze annyi volt a feladatunk, hogy kiválasszuk a számunkra megfelelő méretű alkatrészt a katalógusból. Mivel a jármű tömegének jelentős részét és a menet közben rá ható dinamikus igénybevételeket viselik el, a megfelelő méret kiválasztása létfontosságú szempont volt.

A vázon a felfogatási pontok elhelyezése fontos szerepet játszik a futómű geometriájában, a két furat egymáshoz való viszonya határozza meg az utánfutást más néven a csapszegdölést.



3. ábra Utánfutás szemléltetése

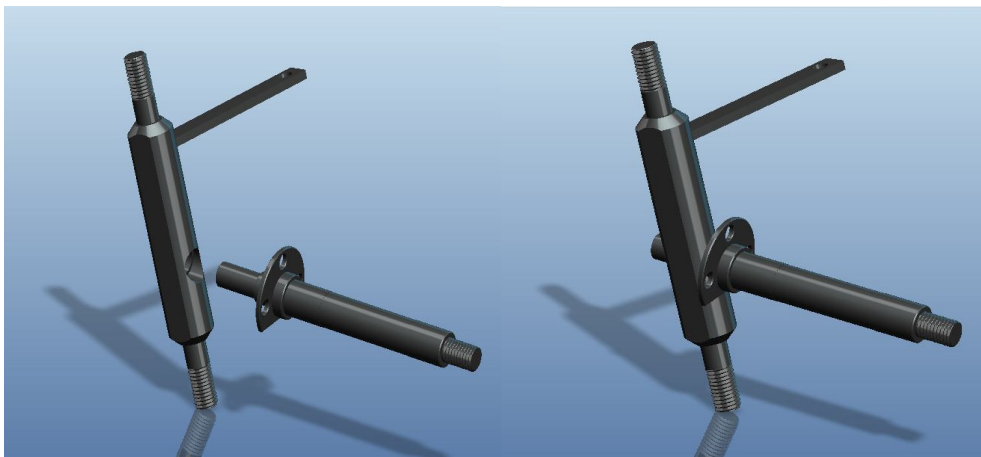
Az utánfutás nem más, mint a kormányzott kerek elfordítási tengelyének a jármű hossztengetyének mért dőlése a függőlegestől mérve, kanyarmenet után elősegíti a kerekek egyenesbe való visszaállítását és csökkenti a kerekek szitalását is. Szokványos értéke $0-6^\circ$, a mi esetünkben a váz kialakítás $4,5^\circ$ -t tesz lehetővé, ami megfelelő értéknek számít.



4. ábra Függőcsap dőlése

Tengelycsonkok:

A futómű legfontosabb alkatrésze, a kerekek felfogatásáért, a féknyereg rögzítésért továbbá a kormányzásért felelős. Szerkezeti felépítését tekintve nagyon egyszerű, két esztergált tengely, a függő csapszeg és a kerék átütő tengelye van egymásba illesztve, hegesztési varrattal rögzítve.

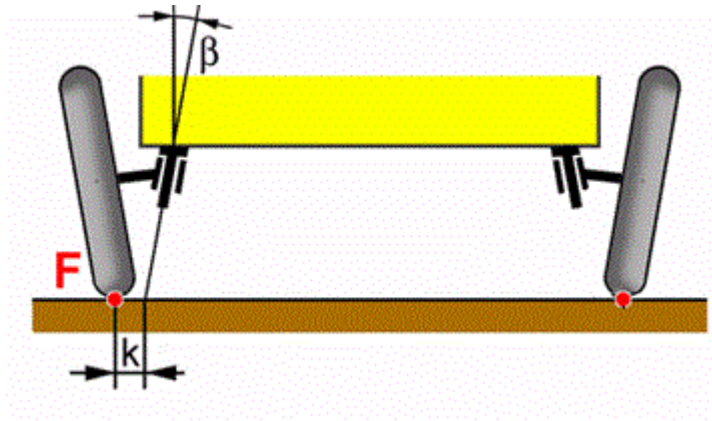


5. ábra Tengelycsonk

A két tengely a csapterpesztés szükségessége miatt ferdén lett egymásba illesztve, ez a ferdeség egyben meghatározza a kormánylegördülési sugarat is.

Csapterpesztés alatt a kerekek elfordulási tengelyének ferdeségét értjük a függőlegeshez képest. A terpesztésnek köszönhetően a kerekek elfordulásakor a jármű eleje megemelkedik és az ekkor kialakuló súlyerő hatására a kerekek önmaguktól visszaállnak az egyenes futás helyzetébe. A terpesztés és a kerékdőlés értéke együtt hat a kormánylegördülési sugárra. Mivel a kerékdőlésünk a jobb gördülési ellenállás érdekében 0, így csak a terpesztéssel kell számolnunk. A kormány legördülési sugár az a távolság, amelyet a kerék felfekvési felületének közepe és a függőcsapszeg tengelyének a talajra vetített dőléspontja között mérnek. Ez a távolság az úttest és a kerék közötti súrlódási erők erő karja. Cél, hogy minél kisebb legyen ez az érték, a kerekek oldalirányú rezegései csökkenjenek és a kormányerők kellőképpen kicsik legyenek.

A két érték megfelelő arányának érdekében a csapterpesztést 17° -ban (β -szög) határoztuk meg és a kormánylegördülési sugárra is kellőképpen alacsony értéket kapunk: 4,34 millimétert (k-érték). Az alábbi ábra kiválóan szemlélteti az előbb említett értékeket.



6. ábra Csapterpesztés és kormánylegördülési sugár szemléltetése

4.2.1. Kormányzás:

A kormányzás megtervezésekor is a fő szempont az egyszerűség és a hatékonyság volt, kialakítása a gokartok kormányművével egyezik meg. Működési elve röviden: a kormányrúdra egy közlőkar van felerősítve. A közlőkart a két végén gömbcsuklóval ellátott nyomtáv rudak kötik össze a tengelycsonkkal. Gömbcsuklóra ebben az esetben azért van szükségünk, mert a kormányzáskor a tengelycsonkon elhelyezkedő nyomtávkarok és a közlőkar egymáshoz képest különböző síkban mozdulnak el, ezt a térbeli mozgást a gömbcsuklók biztosítják.

A kormányműnek a szabályzat szerint teljesítenie kell azt a kritériumot, miszerint a jármű fordulókörének átmérője nem haladhatja meg a 10 métert. A fordulókör nagyságát a nyomtávkar és a közlőkar hosszának arányával tudjuk mosósítani. Ahhoz, hogy a járművünk az éles kanyarokat is könnyedén tudja bevenni, a fordulókör átmérőjének nagyságát 7 méterben maximalizáltuk.

A számítás főbb lépései:

Kiinduló adatok:

Fordulókör sugár: 3500mm

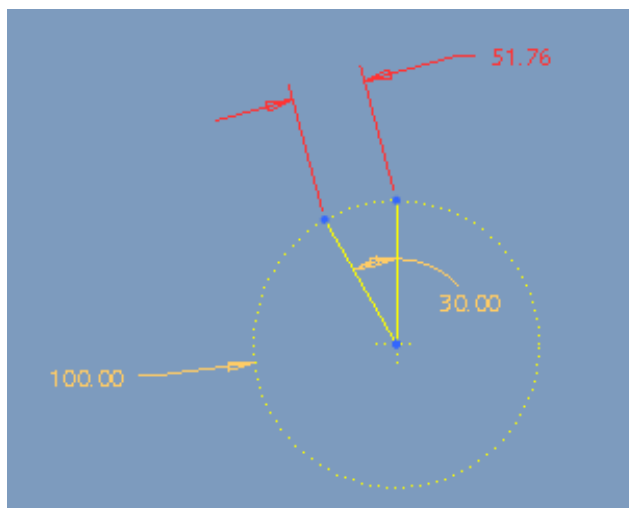
Kormányzott kerekek nyomtávja: 1280mm

Kerékelfordulási szögek meghatározása:

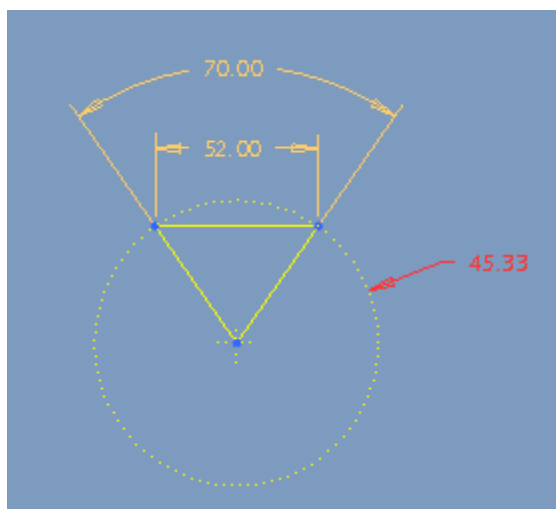
Külső kerék elfordulása: $\alpha_k = \arcsin\left(\frac{1280}{3500}\right) = 30^\circ$

A számítások során, a külső kerékkel kell számolnunk mivel kanyarmenetben a centrifugális erő miatt a külső íven lévő kerék terhelése a nagyobb és így ez fogja megvezetni a járművet.

Miután már tudjuk a kerék elfordulási szögét meghatározhatjuk a nyomtávkar és a közlőkar méretének arányát. Kiindulásként a nyomtávkar hosszát 100 milliméterben határozzuk meg. A kapott szögelfordulás és a meghatározott karhossz ismeretében egy CAD program segítségével könnyen meghatározhatjuk a mekkora a kar végpontjának elmozdulása.



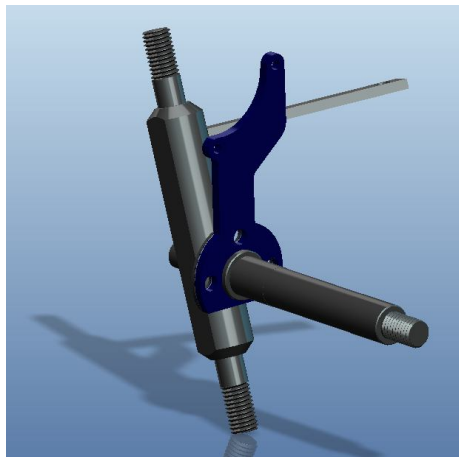
A szerkesztett ábráról leolvashatjuk, hogy az elmozdulás 51.76 milliméter. Következő lépésként a kormányrúdon lévő közlőkar hosszát határozzuk meg. A kormánykerék két végpontja közötti szögelfordulás maximálisan 150° lehet, ennél többet a konstrukció nem tesz lehetővé, ami esetünkben nem is baj, hiszen végeredményképpen egy gyors és közvetlen kormányzást kapunk. Tehát az előbb kapott 52 milliméteres elmozdulást 75° kormányelfordítással kell elérnünk. Meghatározása ismét CAD program segítségével történt.



Az ábráról leolvashatjuk, hogy a kormányrúdon a közlőkar hossza 45,33 milliméter, A biztonság érdekében az értéket vegyük 50 milliméternek

4.3. Fék:

A jármű fékrendszerének komoly kritériumoknak kellett megfelelnie. Hogy a megfelelő fékhatást tudjuk biztosítani az üzemi fékünk hidraulikus üzemű. A rendszert kerékpároknál használatos féknyergekből és féktárcsákból és egy gokart főfékmunkahenger alkotja. A gokart munkahengerre a kellő fékerő biztosítása miatt szükséges, mivel a autónk menetdinamikáját és végsebességét tekintve nem haladja meg a gokartokét, így biztosan elégségesnek bizonyul. A féknyergek egyedi tervezésű konzolokkal rögzítjük a tengelycsomókhoz.



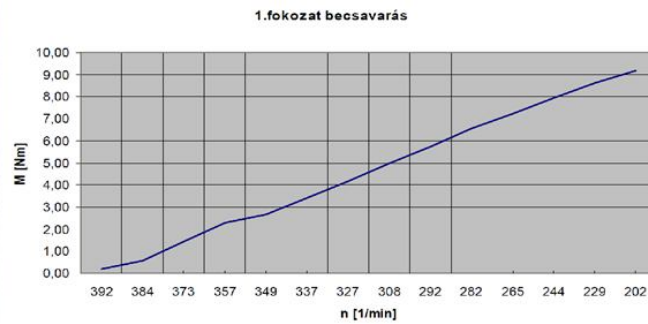
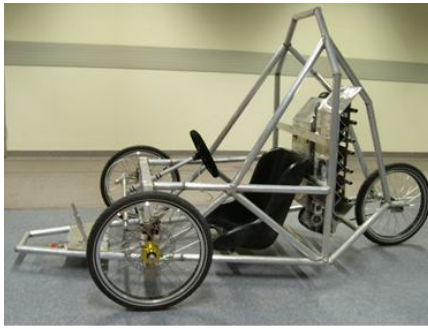
7. ábra Féknyeregtartó konzol

A szabályzat továbbá előírja a rögzítő fék meglétét. A rögzítő fékhez már elégséges volt egy hétköznapi bowdenes rendszer, a rögzítés kétállású fékkarral biztosítjuk.

4.4. Meghajtás:

4.4.1. A fűrók

Előzetes mérések alapján meghatároztuk a fűró optimális fordulatszámát, majd ezt összevetettük a Bosch által kiadott dokumentációban található fűró jelleggörbéjével és meghatároztuk az optimális fordulatszámhoz tartozó nyomatékot is. Az optimális fordulatszám tartományt figyelembe véve kiszámoltuk a hajtásláncban megvalósítandó áttételeket (kihajtómű, sebességváltómű, véghajtómű). A dokumentációban található a 47 Nm pillanatnyi indítási nyomaték, amely a fűró elindításakor fellép, ennek felhasználásával méreteztük meghajtás komponenseit.



8. ábra A jármű és a meghajtó egység nyomatéki jelleggörbéje

A hajtómű megoldásában a geometriai elhelyezkedés miatt a lánc és a fogaskerék-hajtás között kellett döntenünk. A lánc-hajtás érzékeny a nagyobb súrlódás és a lánc átfogási szög viszonyai miatt, mely megoldás esetén a tervezett méretek nehezen illeszthetők a jármű hajtásláncába.

A hajtásmódok elemzése után a fogaskerék meghajtást választottuk a tömeg és méretviszonyok alapján. A fogaskerék meghajtást a tervezési irányelveknek megfelelően az osztóköron történő legördülés és az azonos tengelytávolság figyelembevételével alakítottuk ki.

A konstrukció tervezésénél figyelembe kellett vennünk az egyik fő versenyszabályt, miszerint a futamok kezdetén a járműhöz kell futnia két csapattagnak és időre behelyezni a hajtást biztosító fűrókat. A fő cél a gyorsaság, a kialakításnál pedig az egyszerűség.

A szabályok szerint kialakított hajtás mechanizmust a következőkben ismertetjük. A fűrók a fűrótartó házban, egymással szemben helyezkednek el. A tokmányokba befogott alkatrész hajtja a tengelyeket, amiken szabadonfutók vannak az esetleges fűró megállás miatt. A szabadonfutókon levő fogaskerekek egymásba csatlakoznak és a kilencedik, egyben az utolsó egy 4 fokozatú sebességváltóba hajt be, majd onnan lánc-hajtással forgatja meg a hátsó kereket.

A fűrótartó elhelyezése a járművön a meghajtás, valamint a megfelelő súlypont elérése miatt fontos, ezért a vezetőülés mögötti függőleges elhelyezést választottuk. A fűrókat továbbá 55°-os szögben megdöntve helyeztük el az előírt egyszeri akkumulátor csere miatt.

4.4.2. Váltómű:

Mivel a fűrók fordulatszáma és a nyomatéka sem elégíti ki, egy versenyhez szükséges sebességet, ezért váltóművet kellett alkalmaznunk. Két lehetséges megoldás közül választottunk az, egyik a NuVinci fokozat nélküli váltó, a másik egy Simson váltómű. Az egyszerűbb kialakítás illetve a költségek csökkentése miatt a Simson váltó mellett döntöttünk. Előnyei a Simson váltónak a belső fogaskerék áttételek módosíthatósága valamint a végáttétel, és ami a verseny szempontjából fontos, hogy terhelt állapotban is könnyen és biztosan lehessen kapcsolni a fokozatok között. A fokozatok közötti kapcsolásokat, a váz szűkössége illetve a versenyen a biztosabb kormányzás miatt, nem karos váltóval történik, hanem egy egyedi konstrukciójú kormányváltóval. A váltó kapcsolását bowdenekkel oldottuk meg. Adott volt a váltómű kapcsoló szerkezetének szögelfordulása és ezt figyelembe véve adott karhosszúságon kellett bekötni a bowdent. Így elértük azt, hogy a váltó fűlekénél a kormány mögött nem kell hosszú utat megtenniük a fűleknek, de nem kell nagy erő a váltáshoz sem.

4.4.3. A tengelykapcsolás megoldása

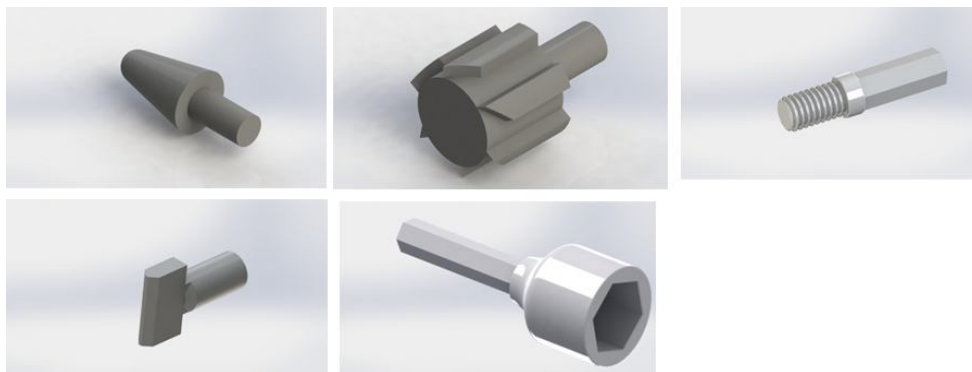
A verseny szabályzata szerint a fűró eredeti konstrukcióját nem módosíthatjuk, ezért a tokmányban egy meghajtó alkatrészt alkalmazva tudunk a jármű hajtásláncához csatlakozni. Ennek a tengely kapcsolatnak a kialakítása fontos feladat a gyors kapcsolhatóság miatt, tehát egyszerűnek és kisméretűnek kell lennie, miközben biztos nyomatékátvitelt ad. A meghajtó kialakításához erő és alakzáró megoldások jöhetnek szóba.

1. Erőzáró megoldásként egy kúpos befogatást vetettünk fel, melynek előnye a gyors kapcsolódási lehetőség. Ezt a tengelykapcsolást a bizonytalan a nyomaték átvitel és berágódás veszélye miatt elvetettük.
2. Második megoldásként bordázott tengely alkalmaznánk élein letörve. A tokmányba a bordázott tengelyt fogjuk be, a kialakítás alakzáró. Előnye a kis tömeg, önmegvezetés, jól szerelhetőség, viszont az ellendarab gyártása nehéz és nagyon költséges.

3. Harmadik megoldásként az egyenes hornyú csavar - csavarhúzó elvét elemeztük. A tokmányba egy T lemezt fogunk be, melynél a kialakítás alakzáró. Ez gyorsan szerelhető, viszont az ellendarab mérete túlzottan nagy lenne a megfelelő nyomatékátvitel biztosítása miatt.

4. Negyedik megoldásként a csavarorsó és anya kapcsolat lehetőségét vizsgáltuk meg. A tokmányba csavarorsót fogunk be, a kialakítás alakzáró, egyszerű, pontos illesztést ad, viszont lassú a pozícióba állása, mivel a fűró lassú forgatásával tudjuk pozícionálni a kapcsolódó elemeket.

5. A felvetett ötleteket átgondolva, a belső hatszög meghajtót választottuk, az alakzárás, az egyszerűség és a gyorsasága miatt. A pozicionálási problémát mindkét alkatrészben a hat lap egyik élének összejelölésével próbáltuk kiküszöbölni, így erre az illesztésnél figyelni kell.



9. ábra A meghajtási kapcsolódás szempontjából elemzett megoldások

4.4.4. A Fordulatszám vezérlése

A fordulatszám vezérlést olyan mechanizmussal kell megoldani, ami egyszerre működteti mind a nyolc fűró ravaszt. Lehetséges megoldásaink felvázolva a következők.

1. A fűrőtartó dobozon átvezetett tengelyre bűtyköket helyezünk el a ravaszoknak megfelelő helyre, és mindkét tengely végére lapos bordás szíjtárcsát rögzítünk, ezzel szinkronizálva a két tengely működését. A gázpedált összekötjük az egyik tárcsával bowden, vagy rúd segítségével, így működtethetővé válik a mechanizmus.

2. Az előzőekhez hasonlóan a tengelyekre bűtyköket helyezünk el a ravaszok pozíciójának megfelelően, és az egyes oldalakon a nyomó rudakat bowden segítségével egy horonyban

megvezetve mozdítjuk el. A két bowden párt közösítve valósítjuk meg a fordulatszám vezérlést. Ennél a megoldásnál a fűrődoboz kialakítása és a fűrőbehelyezés megkönnyítése miatt szükséges a büttyök alkalmazása. E nélkül a horonyban megvezetett csúszó tengely geometriája nem tenné lehetővé a szükséges ravasz elmozdulást.

3. A választott megoldás az előbbiek kombinálása, melynél oldalanként két-két tengelyt használunk, mindkét tengelyre büttyöket helyezve. A ravaszt nyomó tengelyen a fentiek miatt szükséges a büttyök használata.



10. ábra Fordulatszám vezérlése céljából fejlesztett mechanizmus

A gázadás menete: a gázpedál lenyomásával elfordul a gázszerkezethez kapcsolt tengely, melyeken a büttyök elmozdítják az előttük elhelyezett az rudat, amely a hornyos megvezetés miatt egyenes vonalú mozgást végez. A két külön oldal bowdenszerkezete közösítve kapcsolódik a gázpedálhoz.

4.5. Karosszéria

A karosszéria formai kialakítását alapjában véve meghatározta a járműváz formája, ezt figyelembe véve egy, a hatvanas évek formula 1-es versenyautóit idéző formavilágot képzeltünk el járművünknek.



11. ábra A jármű karossériája

A karosséria tervezése során figyelembe vettük az alapvető aerodinamikai törvényeket, és próbáltunk a lehető legalacsonyabb légellenállási tényezőjűre kialakítani a formát.

A karosséria anyagválasztásánál karbon kompozit anyagot választottunk, és a formákat egyedileg tervezett és elkészített szerszámokba formázzuk bele.

A jármű elejére egy orrkúpot terveztünk, melyen szabadon beáramlik a levegő, és hogy ne ütközzön ellenállásba, ennek elvezetéséről is gondoskodtunk.

A versenyautó mindkét oldalára egy ovális keresztmetszetű légbeömlő elemet terveztünk, az itt beáramló levegővel koncentráltan tudjuk hűteni a hajtásláncot.

Mivel a jármű hátsó traktusában hozzá kell férnünk a kéziszerszámokhoz, ezért itt nem tudtuk karossériaelemekkel borítani a vázat.

A belső burkolatok kialakításánál, és a hajtáslánc burkolásánál méretre vágott karbon kompozit síklapokat használtunk.

A jármű alsó burkolata és a taposólemez elkészítéséhez 3mm vastagságú alumínium lemezt alkalmaztunk.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlesztés, illetve tervezés során több megoldás elemzésén keresztül jutottunk el a véglegesített konstrukcióig, melyet meg is valósítottunk. A tervek alapján kivitelezett jármű megfelel a szabályzatban leírt követelményeknek, melynek eredményeképpen a fejlesztő csapat részt vehet a IV. Elektromobil versenyen.

Hivatkozás:

3. és 6. ábra:

- Dr. Lévai Zoltán - Gépjárművek szerkezetana internetes oktatási segédlet

link: <http://lezo.hu/szerkezetan/tankonyv/tankonyv-web/futomuvek/kormany/kerekek.html>