



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Mechatronikai mérnöki Szak**

**ELEKTROMOS ROLLER TERVEZÉS**

**Belső konzulens:** Erdélyi Viktor Ferenc  
Egyetemi tanársegéd

**Készítette:** **Morvai Attila János**  
TWV0HA  
Nappali tagozat

**Intézet/Tanszék:** **Műszaki Intézet**

**Gödöllő**  
**2023**

**MŰSZAKI INTÉZET**  
**MECHATRONIKAI MÉRNÖK ALAPSZAK**  
**Gépipari mechatronika specializáció**

**SZAKDOLGOZAT**  
feladatlap

*Morvai Attila János* (TWVOHA)

részére

A szakdolgozat címe:

**Elektromos roller tervezése**

**Feladatkiírás:**

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, Beszerelésre kerülő alkatrészek és technológiák kiválasztása, Tervezés, Roller paraméterei, gazdasági számítás, összefoglalás




**Közreműködő tanszék:** Mechatronika

**Külső konzulens:** -

**Belső konzulens:** *Erdélyi Viktor Ferenc*, egyetemi tanársegéd, MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

|   |  |   |
|---|--|---|
| <br>_____<br>(tanszékvezető) | <b>Jóváhagyom</b><br><br>_____<br>(szakfelelős) | <b>Átvettem</b><br><br>_____<br>(hallgató) |
|---|--|---|

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023.      hó      nap

\_\_\_\_\_  
(külső konzulens)

---

## Tartalom

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Bevezetés.....   | 6  |
| 1.1.   | Téma jelentősége .....   | 6  |
| 1.2.   | Célkitűzés.....  | 6  |
| 2.     | Beszerelésre kerülő alkatrészek és technológiák kiválasztása ..... | 7  |
| 2.1.   | Hajtás .....   | 7  |
| 2.1.1. | Hajtás technológiájának kiválasztása .....                         | 7  |
| 2.1.2. | Összehasonlítás.....   | 8  |
| 2.1.3. | BLDC motor kiválasztása.....                                       | 9  |
| 2.2.   | Motorvezérlő.....  | 11 |
| 2.2.1. | Motorvezérlő egység kiválasztása .....                             | 11 |
| 2.3.   | Gázkar .....   | 12 |
| 2.3.1. | Hüvelykujjas gázkar előnye.....                                    | 12 |
| 2.3.2. | Hüvelykujjas gázkar működésének bemutatása .....                   | 12 |
| 2.3.3. | Gázkar kiválasztása .....  | 13 |
| 2.4.   | Csapágy.....   | 14 |
| 2.4.1. | Csapágytípus.....  | 14 |
| 2.4.2. | Csapágy kiválasztása .....   | 14 |
| 2.5.   | Kerekek .....  | 15 |
| 2.5.1. | Első kerék kiválasztása .....                                      | 15 |
| 2.6.   | Akkumulátor .....  | 16 |
| 2.6.1. | Akkumulátor kiválasztása: .....                                    | 16 |
| 2.7.   | Akkumulátor védelem.....   | 17 |
| 2.7.1. | Battery Management System működése.....                            | 17 |
| 2.7.2. | Megfelelő BMS kiválasztása .....                                   | 18 |
| 2.8.   | Fékkrendszer .....   | 19 |

---

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.8.1. | Bowdenes fékkar működése .....                                | 19 |
| 2.8.2. | Fékkar kiválasztása .....                                     | 19 |
| 2.9.   | Akkumulátor töltés.....                                       | 21 |
| 2.9.1. | Csatlakozók kiválasztása .....                                | 21 |
| 2.9.2. | Akkumulátor töltő kiválasztása .....                          | 22 |
| 3.     | Tervezés .....  | 23 |
| 3.1.   | Kormány .....   | 23 |
| 3.1.1. | Kormány elemeinek ismertetése.....                            | 23 |
| 3.1.2. | Kormány elemeinek gyártása .....                              | 26 |
| 3.1.3. | Kormány szilárdságtani ellenőrzése .....                      | 28 |
| 3.2.   | Kormány leajtó mechanizmus.....                               | 29 |
| 3.2.1. | Kormány leajtó mechanizmus elemeinek ismertetése.....         | 29 |
| 3.2.2. | A kormány leajtó mechanizmus elemeinek gyártása .....         | 31 |
| 3.2.3. | A kormány leajtó mechanizmus szilárdságtani ellenőrzése ..... | 32 |
| 3.3.   | Első keréktartó villa .....                                   | 34 |
| 3.3.1. | Első keréktartó villa ismertetése .....                       | 34 |
| 3.3.2. | Első keréktartó villa gyárthatósága.....                      | 35 |
| 3.3.3. | Első keréktartó villa szilárdságtani ellenőrzése.....         | 35 |
| 3.4.   | Deck .....  | 37 |
| 3.4.1. | Deck elemeinek ismertetése .....                              | 37 |
| 3.4.2. | Deck elemeinek gyártása .....                                 | 43 |
| 3.4.3. | Deck szilárdságtani ellenőrzése.....                          | 46 |
| 3.5.   | Akkumulátor csomag .....                                      | 47 |
| 3.5.1. | Mechanikus tervezés.....                                      | 47 |
| 3.5.2. | Villamos tervezés .....                                       | 48 |

---

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.6.    | Sárvédők .....  | 52 |
| 3.6.1.  | Sárvédők ismertetése .....                              | 52 |
| 3.6.2.  | Sárvédők gyártása.....                                  | 54 |
| 3.6.3.  | Hátsó sárvédő szilárdságtani ellenőrzése .....          | 54 |
| 3.7.    | Kábelezés .....   | 55 |
| 3.7.1.  | Első főelem .....                                       | 55 |
| 3.7.2.  | Második főelem .....                                    | 57 |
| 3.8.    | Motorvezérlő és akkumulátor csomag rögzítése.....       | 58 |
| 3.8.1.  | Motorvezérlő egység rögzítése .....                     | 58 |
| 3.8.2.  | Akkumulátor csomag rögzítése .....                      | 59 |
| 3.9.    | Világítás .....   | 59 |
| 3.9.1.  | Első lámpa .....  | 59 |
| 3.9.2.  | Hátsó fényvisszaverő .....                              | 60 |
| 3.10.   | Deck állófelülete .....                                 | 61 |
| 3.10.1. | Megoldás bemutatása .....                               | 61 |
| 3.10.2. | Fólia kiválasztása.....                                 | 61 |
| 3.11.   | Kormány kiegészítői .....                               | 62 |
| 3.11.1. | Eszközök ismertetése.....                               | 62 |
| 3.11.2. | Eszközök elhelyezkedése .....                           | 63 |
| 4.      | Roller paraméterei .....                                | 64 |
| 5.      | Gazdasági számítás .....                                | 64 |
| 5.1.    | Alapanyag és kész egységek költségei .....              | 64 |
| 5.2.    | Gyártási és szerelési költségek.....                    | 67 |
| 5.3.    | Roller összköltségének elemzése .....                   | 67 |
| 5.4.    | Tervezési költség megtérülése tömeggyártás esetén ..... | 68 |

---

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 6.  | Összefoglalás.....   | 69 |
| 7.  | Summary .....        | 70 |
| 8.  | Nyilatkozat .....    | 71 |
| 9.  | Irodalomjegyzék..... | 72 |
| 10. | Mellékletek .....    | 74 |

---

## 1. Bevezetés

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy miért van egyre inkább nagyobb jelentősége a kis méretű elektromos járműveknek a városi közlekedésben.

### 1.1. Téma jelentősége

Napjainkban gyors ütemben változik a városi közlekedés menete. Mivel az autótutak a túlterheltség miatt a nap fő szakaszaiban használhatatlanok, ezért a közlekedők kénytelenek jóval hamarabb elindulni, vagy valami más alternatívát választani. Mellesleg egyes városrészekben már ki vannak tiltva a hagyományos belsőégésű autók, és ezen körzetek száma csak bővülni fog [6]. Alternatíva lehet bicikli, roller, görkorcsolya, egyéb sporteszközök vagy a tömegközlekedés [5]. Az emberek többsége kényelmi okok miatt nem szeretné választani a sporteszközöket (izzadás és fáradás), viszont a tömegközlekedés néhány esetben nem teljesen megoldható. Ilyen esetekben tökéletes a sporteszközök valamely elektromos verziója például elektromos bicikli vagy roller [7]. A témaválasztás során sokat gondolkodtam, hogy melyik eszköz alkalmasabb a hétköznapi megkönnyítésére, és arra jutottam, hogy az emberek többségének nagyobb előnyt jelent az elektromos roller használata az alábbi indok végett: Az elektromos bicikli szállítása korlátozott a tömegközlekedésben (ismereteim szerint csak vonaton esetleg kompon lehetséges), míg egy kompakt elektromos rolleré nem. Természetesen nem csak ez a két alternatíva létezik, viszont ezeket az eszközöket tartom megbízhatónak, hosszútávon használhatónak.

### 1.2. Célkitűzés

Szakedolgozatom célja, hogy egy gyártásra, összeszerelésre kész, a későbbiekben megbízhatóan működő elektromos roller tervét elkészítsem.

## 2. Beszerelésre kerülő alkatrészek és technológiák kiválasztása

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy miként választottam ki a megfelelő technológiát az adott feladatra, és hogy a technológián belül mi alapján döntöttem el, hogy melyik kész modul, alkatrész kerüljön beszerelésre a későbbiekben. A fejezetben a tervezés előtt kiválasztott részegységek szerepelnek.

### 2.1. Hajtás

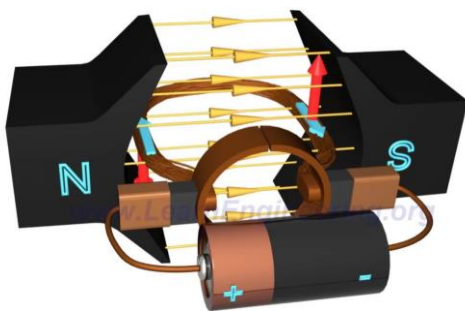
A hajtás egyik, ha nem a legfontosabb kész eleme a közlekedési eszközünknek. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján választottam ki a technológiát, és a megvásárolható kész modult.

#### 2.1.1. Hajtás technológiájának kiválasztása

Elektromos roller esetében célszerű egyenáramú villanymotort választani a tápellátás végett, ezért csak ilyen típusú megoldásokat fogok elemezni ebben a fejezetben.

- Kefés DC villanymotorok

Működése az ellentétes mágneses terek vonzásán alapszik. Áll egy álló armatúra részből, ami lehet állandó mágnes és tekercs is, és egy mozgó részből, amihez csatlakozik a kommutátor. Ahogy beáll a mozgó rész mágneses erővonalai az armatúra erővonaláival párhuzamosan úgy elforgatja a mozgó részt. Egy adott elfordulás után a kommutátor polaritást vált és így folyamatos lesz a forgás viszont a nyomaték a belső forgó rész állásától függ. Minél több tekercset helyezünk el annál folyamatosabb lesz a nyomaték átadás is. Ha mind a két része tekercs a motornak akkor képes váltó árammal is üzemelni. Az 1.ábra egy állandó mágneses armatúrával rendelkező kefés DC villanymotor működését szemlélteti. [8]



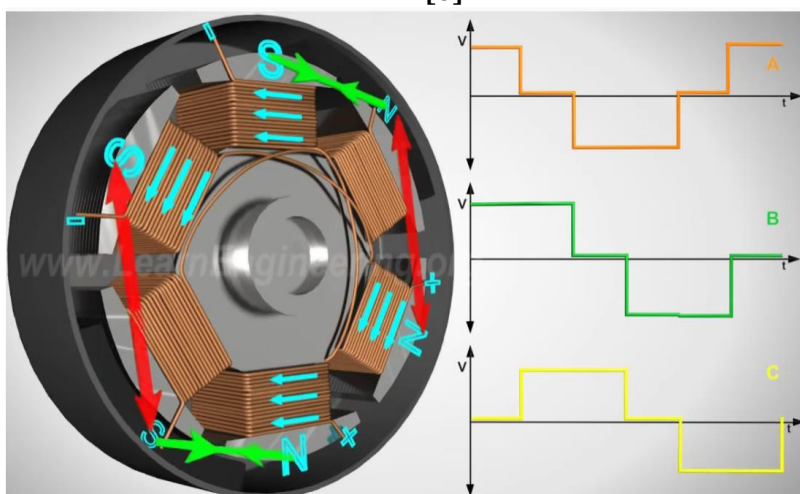
1.ábra

A legegyszerűbb kefés DC motor (forrás: youtube, Lesics)



- Kefe nélküli DC(BLDC) villanymotorok

Ennél a motor típusnál a forgó rész, azaz a rotor mindig állandó mágnes lesz, míg az álló rész fog tekercsekből állni. Előnye a kefések DC motorhoz képest, hogy a motorban nincs olyan alkatrész, ami komoly kopásnak van kitéve, viszont sokkal bonyolultabb vezérlést igényel. A 2.ábra a BLDC motorok működését szemlélteti. [8]



2.ábra

BLDC motor működése (forrás: youtube, Lesics)

### 2.1.2. Összehasonlítás

Elektromos roller esetében a motor hosszú távon, esetleg magasabb fordulatszámon lesz igénybe véve ezért a kefések DC motor nem lesz megfelelő számunkra a kefék gyors kopása végett.

Továbbá a kommutátor képes beégni, amelynek javítása igen költséges (ez az elem nem található meg a BLDC motorokban).

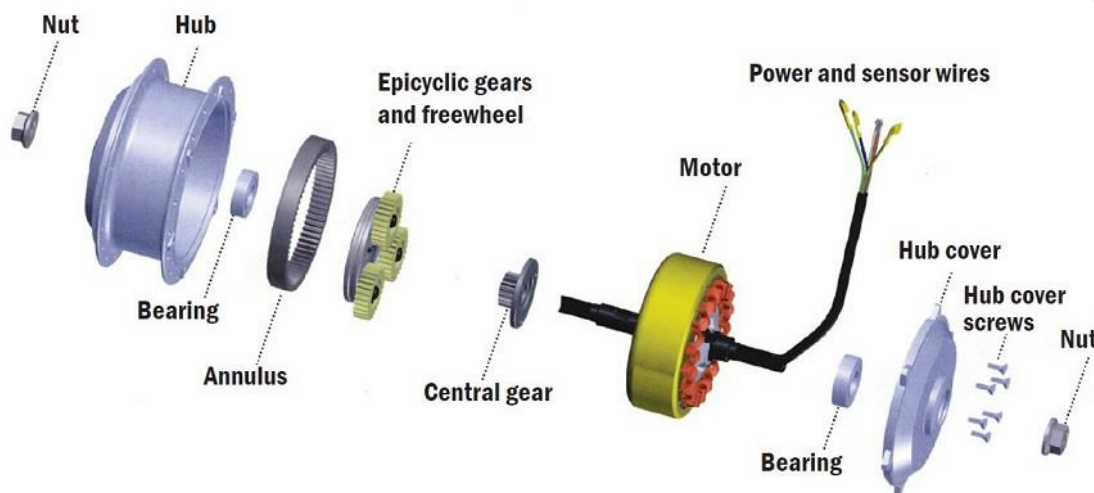
A választott technológia a felsorolt indokok alapján: **BLDC motorok.**

### 2.1.3. BLDC motor kiválasztása

Véleményem szerint egy BLDC motor kialakítás lehet megfelelő a célra, amely a HUB motor (agy motor). Megoldható lenne a probléma sima külső rögzítésű motorral is, viszont ez a kialakítás nagyon helyigényes lenne és nagyban csökkentené a roller szállíthatóságát. Az alábbi pontokban bemutatom a HUB motor működését és a kiválasztási folyamatot.

- HUB motor

A központi motor egy olyan elektromos motor, amely a kerekeken vagy a kerékagyban található, és közvetlenül hajtja a járművet. Esetünkben a motor külső része lesz a rotor, amiben az állandó mágnesek megtalálhatók. Előnyei közé tartozik a csendes működés, hatékony energiafelhasználás és alacsony karbantartási igény [9]. A 3.ábra egy HUB motor szerkezetét szemlélteti.



3.ábra

HUB motor szerkezete (forrás: [electricbikereport.com](http://electricbikereport.com))

- Összehasonlítás

Az 1. táblázat bemutatja a motor kiválasztásánál felhasznált döntési mátrixot. A rész értékelés 1 és 10 pont között mozog, a rész értékelés után a pontokat összesítettem és a legmagasabb pontszámú motort választottam.

*1.táblázat. HUB motor választási mátrix.*

| Megnevezés             | Méret információk | Költséghatékonyság | Multifunkcionalitás | Összesen  |
|------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| <b>Hosi</b>            | <b>10</b>         | <b>7</b>           | <b>5</b>            | <b>22</b> |
| XIAOMI V3 utángyártott | 0                 | 5                  | 5                   | 10        |
| Stormytime             | 5                 | 7                  | 7                   | 19        |

A választott motor: **Hosi1xvd8fgkuo**

Indoklás: Ez a motoregység megfelelő méretekkel és teljesítménnyel rendelkezik, továbbá a méretbeli információk használható módon megtalálhatók a gyártó oldalán, ami nagyon fontos lesz a váz tervezésénél. Ez a motor rendelkezik hall szenzorokkal, amelyek szükségesek kis fordulatszám esetén az optimális vezérléshez. A 4. ábra a választott motort szemlélteti.



4.ábra

Hosi HUB motor (forrás: amazon.de)

## 2.2. Motorvezérlő

A motorvezérlő elengedhetetlen része minden kefe nélküli DC motornak.[13] Ebben a fejezetben kiválasztom a megfelelő egységet, a választott motorunk paramétereit figyelembe véve.

### 2.2.1. Motorvezérlő egység kiválasztása

A 2. táblázat a kiválasztás során alkalmazott döntési mátrixot tartalmazza. A táblázatban szereplő egységek mind megfelelő a motorvezérlési feladat ellátására.

2.táblázat. A motorvezérlő egység választási mátrixa.

| Megnevezés           | Megbízhatóság | Költséghatékonyság | Egyszerű<br>kezelés | Összesen  |
|----------------------|---------------|--------------------|---------------------|-----------|
| Dioche               | 5             | 6                  | 7                   | 18        |
| <b>Bnineteenteam</b> | <b>7</b>      | <b>8</b>           | <b>8</b>            | <b>23</b> |
| Nimomo               | 5             | 9                  | 6                   | 20        |

A választott motorvezérlő egység: **Bnineteenteamh1tp7ia4d08404**

Indoklás: Ez a motorvezérlő egység bizonyult a legjobbnak a döntési mátrix alapján, továbbá kiegészítőként rendelhető hozzá vízálló LCD panel, amelynek a konfigurálása egyszerűbb lesz, mint külön gyártóktól berendelt egységek összehangolása. Az 5. ábra a motorvezérlő egységet és tartozékait ábrázolja.



5.ábra

Bnineteenteam motorvezérlő (forrás: amazon.de)

## 2.3. Gázkar

A gázkar segítségével fogjuk tudni vezérelni a HUB motort. Ebben a fejezetben bemutatom a választott gázkar működését és a megvásárolható egység kiválasztásának folyamatát.

### 2.3.1. Hüvelykujjas gázkar előnye

Véleményem szerint a normál tekerhető gázkar, ami szinte minden motorkerékpáron megtalálható nem biztonságos a mi esetünkben.[14] Indoklás: Kapaszkodás közben egy tapasztalatlan sofőr hajlamos véletlenszerűen gázt adni, ami könnyen instabil állapotba hozza a járművet a hirtelen gyorsulás miatt. Ez legtöbbször esésben végződik. (Példa a jelenségre az alábbi videó 30. másodpercétől: [https://www.youtube.com/watch?v=YS15RLUQ\\_FU](https://www.youtube.com/watch?v=YS15RLUQ_FU))

### 2.3.2. Hüvelykujjas gázkar működésének bemutatása

A hüvelykujjas gázkar működése sok pontban megegyezik a hagyományos tekerhető gázkaréval. Lényegében egy elfordulást érzékel, amit feszültség értéké alakít át. Jelen esetünkben ezt az elfordulást egy hüvelykujjra álló gomb megnyomásának segítségével hozzuk létre. Az elfordulást általában Hall szenzorok érzékelik, amelyek 0V és 5V közötti feszültség jelet továbbítanak a motorvezérlő egységnek. [3] A 6. ábra egy hüvelykujjas gázkart szemléltet.



6.ábra

Hüvelykujjas gázkar (forrás: rizebikes.com)

### 2.3.3. Gázkar kiválasztása

A táblázatban szereplő gázkarok mind 0 és 5V közötti feszültséget képesek feldolgozni és továbbítani, továbbá az összes gázkar belső átmérője 2,2cm. A 3. táblázat az egység kiválasztásánál használt döntési mátrixot szemlélteti.

3.táblázat. Hüvelykujjas gázkar kiválasztásánál felhasznált döntési mátrix.

| Megnevezés    | Költséghatékonyság | Kezelhetőség | Megbízhatóság | Összesen  |
|---------------|--------------------|--------------|---------------|-----------|
| <b>Honses</b> | <b>10</b>          | <b>10</b>    | <b>8</b>      | <b>28</b> |
| Zeekpowa      | 8                  | 8            | 9             | 25        |
| Ejoyous       | 8                  | 8            | 6             | 22        |

A választott hüvelykujjas gázkar: **Honses**

A 7. ábra a választott egységet ábrázolja.



7.ábra

A választott hüvelykujjas gázkar (forrás: amazon.com)

## 2.4. Csapágy

Csapágyra lényegében csak a kormány és a deck csatlakozásánál lesz szükségünk. Ebben a fejezetben erre a helyre fogom kiválasztani a megfelelő csapágy típust és a megvásárolható csapágyat.

### 2.4.1. Csapágytípus

Az alkalmazási helyünkön a csapágyat javarészt axiális erők fogják terhelni. Ebből kifolyólag axiális csapágyra lesz szükségünk. Használat során nem fog a csapágy nagyon nagy terheléseket kapni, ezért elegendő lesz számunkra egy golyóscsapágy.

### 2.4.2. Csapágy kiválasztása

A táblázatban szereplő axiális golyóscsapágyaknak megegyezik a belső, illetve külső átmérőjük. A 4. táblázat a csapágy kiválasztásnál használt döntési mátrixot szemlélteti.

*4.táblázat. Az axiális golyóscsapágy kiválasztása során alkalmazott döntési mátrix.*

| Megnevezés | Költséghatékonyság | Méretinformációk | Megbízhatóság | Összesen |
|------------|--------------------|------------------|---------------|----------|
| SKF        | 7                  | 10               | 10            | 27       |
| INA        | 8                  | 8                | 7             | 23       |
| FAG        | 8                  | 9                | 7             | 24       |

A választott csapágy: **SKF 51104**

A gyártó oldalán található a csapágyhoz 3D modell, ami nagyban meg fogja könnyíteni a tervezést. A 8. ábra a választott csapágyat szemlélteti.



8.ábra

SKF 51104 (forrás: skf.com)

## 2.5. Kerekek

Lényegében a választott HUB motor egy kész keréknek minősül csapágyakkal ellátva, ezért ebben a fejezetben csak az első kerék kiválasztását fogom elvégezni.

### 2.5.1. Első kerék kiválasztása

Az 5.táblázat a kiválasztás során alkalmazott döntési mátrixot tartalmazza. A táblázatban szereplő kerekek átmérője mind megegyezik a hátsó kerék átmérőjével.

5.táblázat. Az első kerék kiválasztásához használt döntési mátrix.

| Megnevezés  | Kormányozhatóság | Költséghatékonyság | Fék telepítés | Összesen  |
|-------------|------------------|--------------------|---------------|-----------|
| <b>CUEI</b> | <b>7</b>         | <b>5</b>           | <b>10</b>     | <b>22</b> |
| Alomejor    | 5                | 6                  | 10            | 21        |
| Walfront    | 7                | 8                  | 0             | 15        |

A választott első kerék: **CUEI Replacement for Ninebot 9**

Indoklás: Ez a kerék megfelelő kialakítású az optimális kormányozhatósághoz, illetve rendelkezik beépített dob fékkel is. A 9. ábra a kiválasztott első kerék egységet ábrázolja.



9.ábra

CUEI Replacement for Ninebot 9 (forrás: amazon.de)



## 2.6. Akkumulátor

A mostani technológiák közül a lítium-ion akkumulátor lesz a legmegfelelőbb a választott alkalmazási környezetbe [10], viszont egy év múlva már meglehet, hogy tökéletesítenek egyéb fenntarthatóbb megoldást is. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján választottam ki a megfelelő akkumulátortípust a roller energiatárolására.

### 2.6.1. Akkumulátor kiválasztása:

A 6.táblázat az akkumulátor kiválasztása során alkalmazott döntési mátrixot szemlélteti. Az összes cella 3,7 V nominális feszültséget szolgáltat.

6.táblázat. Akkumulátor kiválasztását segítő döntési mátrix.

| Megnevezés | Kapacitás | Költséghatékonyság | Terhelhetőség | Összesen  |
|------------|-----------|--------------------|---------------|-----------|
| SONY       | 8         | 7                  | 8             | 23        |
| <b>LG</b>  | <b>6</b>  | <b>8</b>           | <b>10</b>     | <b>24</b> |
| TENPOWER   | 10        | 8                  | 1             | 19        |

A választott akkumulátor: **LG INR18650-MJ1 LI-ION** Ez az akkumulátor 3500mAh töltéssel rendelkezik és a maximális áramterhelhetősége 10A. A megfelelő feszültség szint eléréséhez 13 ilyen akkumulátort fogunk sorosan összekapcsolni így a névleges feszültség 48 V körül lesz. A megfelelő töltés eléréséhez három, az előbb említett csomagot fogunk párhuzamosan kapcsolni. Ez az akkumulátor típus nem rendelkezik semmilyen védelemmel. A 10. ábra a választott akkumulátort szemlélteti.



10.ábra

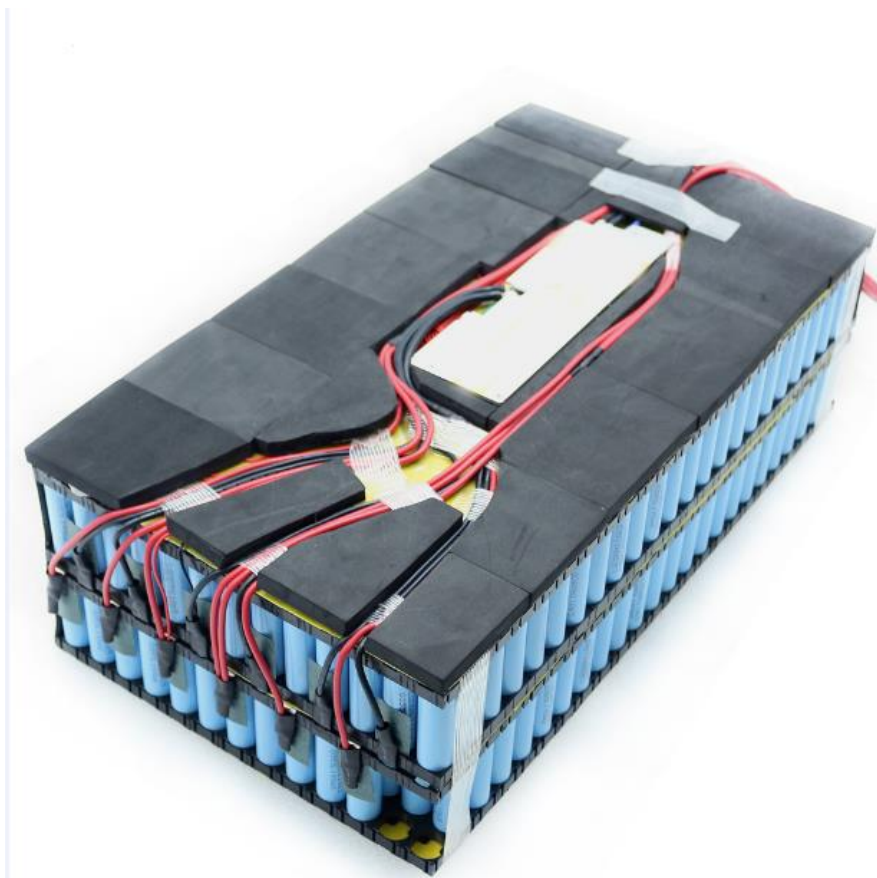
LG INR18650-MJ1 (forrás: elemnagyker.hu)

## 2.7. Akkumulátor védelem

A lítium-ion akkumulátorok tűzveszélyesek, ezáltal használhatatlanok megfelelő védelmi elektronika nélkül (BMS). Ebben a fejezetben bemutatom az egység működését és a megfelelő kész modul kiválasztásának menetét.

### 2.7.1. Battery Management System működése

A lítium-ion akkumulátor csak egy adott feszültség és hőmérséklet sávon belül üzemel stabilan. Ha a feszültség túl alacsony vagy túl magas, ami túlságos kisütés vagy túltöltés során jöhet létre az akkumulátor könnyen kigyulladhat, felrobbanhat. Kigyulladás vagy robbanás zárlat során is létrejöhet természetesen ezért erre is ügyelni kell a védelem megtervezése során. A BMS egység lényegében egy adott sávon belül tartja a kapocsfeszültséget és rövidzárlat ellen véd [11]. A 11. ábra egy BMS-el felszerelt akkumulátor csomagot szemléltet.



11.ábra

Akkumulátor csomag BMS-el ellátva (forrás: Ainbattery.com)

## 2.7.2. Megfelelő BMS kiválasztása

Az akkumulátor csomag, amit felhasználtam a rollerhez 39 akkumulátorból áll, a névleges feszültsége 48V és az akkumulátorok maximálisan leadott áramerőssége 10A. Ezen adatok figyelembevételével összegyűjtöttem pár alkalmas megvásárolható BMS áramkört, amelyek közül a legalkalmasabb kiválasztását fogom tárgyalni a későbbiekben. A 7. táblázat a döntési mátrixot tartalmazza, amit felhasználtam a kiválasztás során.

7.táblázat. BMS kiválasztását segítő döntési mátrix.

| megnevezés         | Megbízhatóság | Költséghatékonyság | Bekötés   | Összesen  |
|--------------------|---------------|--------------------|-----------|-----------|
| <b>YIT-ELEMENT</b> | <b>9</b>      | <b>8</b>           | <b>10</b> | <b>27</b> |
| ANN                | 4             | 10                 | 8         | 22        |
| SB LIZINGAS        | 8             | 7                  | 8         | 23        |

A választott áramkör: **YIT-ELEMENT LI-ion 13S 48V BMS**

A kiválasztott egység megfelelő lesz az akkumulátor csomaghoz és a motorvezérlő egységhez is. A 12. ábra a választott BMS-t ábrázolja.



12.ábra

YIT-ELEMENT LI-ion 13S 48V BMS (forrás: variometrum.hu)

---

## 2.8. Fékrendszer

Az előző fejezetekben magát a féket már kiválasztottam (az első kerék részeként), viszont magát a bowdenes fékkart még nem. Ebben a fejezetben ezt az alkatrészt fogom kiválasztani.

### 2.8.1. Bowdenes fékkar működése

A Bowdenes fékkar lényegében mechanikus erőt vagy energiát továbbít egy belső kábelén keresztül egy üreges külső kábelházban a fékező egységnek. [12]

A működése lépésről lépésre:

- A fékkar egy sodrott acélhuzalból készült belső kábelhez kapcsolódik.
- Ez a belső kábel egy külső hüvelyen keresztül fut a kerékpár kormányon lévő vezérlőkarjától a fékekhez.
- Amikor meghúzzák a kerékpár fékkarjait, a belső kábel áthúzódik a külső kábelén.
- Ez meghúzza egy kart a dobfékünkön.
- A dobfékben egy rugó található, amely az elengedés után visszalöki az aktiváló kart és a fékpofát eredeti állapotába.

Ez a mechanizmus lehetővé teszi a fékrendszer pontos vezérlését, biztosítva a biztonságos és hatékony fékezést.

### 2.8.2. Fékkar kiválasztása

Esetünkben kétfajta fékkarra lesz szükség. Az egyik egy sima fékkar, ami szinte minden kerékpáron megtalálható, a másik pedig egy kicsit specifikusabb. A specifikus fékkar el van látva egy kapcsolóval, ami zárja az áramkört a fékkar meghúzása esetén. Ezt a megoldást regeneratív azaz töltési fékezésre fogjuk használni. Lényegében a motort generátorként használjuk rövid időre, ami a kinematikai energiát töltéssé alakítja át, amit az akkumulátorba visszatáplál. A 8. táblázat a hagyományos fékkar kiválasztása során használt döntési mátrixot tartalmazza.

8. táblázat. A hagyományos fékkar kiválasztása során használt döntési mátrix.

| megnevezés      | Megbízhatóság | Költséghatékonyság | Szerelhetőség | Összesen  |
|-----------------|---------------|--------------------|---------------|-----------|
| <b>Alomejor</b> | <b>7</b>      | <b>10</b>          | <b>10</b>     | <b>27</b> |
| Y&TREFEN        | 9             | 6                  | 8             | 23        |
| Dioche          | 8             | 7                  | 10            | 25        |

A választott fékkar: **Alomejor56ngdubzha**

Ez a fékkarpár rendelkezik elektromos kapcsolással, ezért nem kell a specifikus fékkar kiválasztásával foglalkozni. Lényegében csak párban lehet kapni a fékkarokat megfizethető áron, és ez az elektromos kapcsolóval ellátott fékkar teljesen egy árban volt a sima fékkarokkal. Ebben az esetben mindkettő fékkart rákötöttem a motorvezérlőre így az akkumulátor töltés minden fékezésnél aktiválódik.

A 13. ábra a választott fékkart ábrázolja.



13.ábra

A választott fékkarpár (forrás: amazon.com)

## 2.9. Akkumulátor töltés

A járművünk elengedhetetlen kelléke az akkumulátor töltő. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján választottam ki az akkumulátor töltőt és néhány szükséges kellékét.

### 2.9.1. Csatlakozók kiválasztása

A multifunkcionalitás és a kedvező méret miatt az 5,5x2,1mm-es DC power jack csatlakozási típust választottam. [15] A 14.ábra a female csatlakozót szemlélteti, amit be is építettem a rollerbe a tervezés során.



14.ábra

A választott female powerjack csatlakozó (forrás: aliexpress.com)

A választott female csatlakozó: **Thinline 2.1mm DC Power Jack**

Szerencsére ehhez a típushoz sikerült 3D modellt találnom a grabCad weboldalán, ami nagyban meg fogja könnyíteni a tervezést a későbbiekben. A Male csatlakozót nem választottam ki külön, mivel azt az akkumulátor töltő tartalmazza.

### 2.9.2. Akkumulátor töltő kiválasztása

Olyan töltőre van szükségünk, amely képes váltóáramú 230V 50hz-ből egyenáramú 48-54,6V-ot előállítani, mivel ezek az értékek lesznek megfelelőek az akkumulátor csomagunk számára. A 9.táblázat az akkumulátor töltő kiválasztása során alkalmazott döntési mátrixot szemlélteti.

9.táblázat. Az akkumulátor töltő kiválasztása során felhasznált döntési mátrix.

| Megnevezés      | Költséghatékonyság | Energiafelhasználás | Kezelhetőség | Összesen  |
|-----------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------|
| <b>Tangfire</b> | <b>9</b>           | <b>7</b>            | <b>10</b>    | <b>26</b> |
| Negsaiy         | 6                  | 8                   | 7            | 21        |
| TJPOTO          | 7                  | 8                   | 7            | 22        |

A választott Akkumulátor töltő: **TS-150W-546250**

Ez a töltő power jack kimenettel rendelkezik ezért megfelelő lesz. A kimenete 150W-os teljesítményű így az akkumulátor csomag töltése 3-4 óra lesz várhatóan. A 15. ábra a választott akkumulátor töltő egységet ábrázolja.



15.ábra

A választott akkumulátor töltő (forrás: amazon.com)

### 3. Tervezés

A főbb alkatrészek kiválasztását követően a következő lépés a tervezés. Ebben a fejezetben bemutatom milyen szempontok alapján és hogyan terveztem meg a roller különböző egységeit.

#### 3.1. Kormány

A kormány kényelmes és testhezálló kialakítása elengedhetetlen a hétköznapi használat során. Ez a feltétel viszont személyenként változik, ezért szükséges valamilyen felhasználói szintű beállítás. Ami megvalósítható és általában a legfontosabb szempont az a magasság állítás. A tervezett kormány rendelkezik ezzel a funkcióval, aminek működését a későbbiekben ismertetem. Ebben a fejezetben bemutatom a kormány szilárdságtani méretezését és alapvető működését.

##### 3.1.1. Kormány elemeinek ismertetése

A kormány négy váz elemből tevődik össze. Az első fő elem fog elhelyezkedni a hüvelykujjas gázkar, a markolatok, a fékkarok, a motorvezérlőhöz tartozó LCD kijelző és az első lámpa. A 16. ábra az első elemet ábrázolja.



16.ábra

A kormány szerkezet első eleme

Az első elem anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 378 gramm



Az elemet négy darab 22mm külső és 18mm belső átmérőjű csőből lehet összehegeszteni, amelyek számát a 16. ábrán jelöltem. Az 1-es alumínium csövet hajlítással a legcélszerűbb a 16. ábrán látható formájúra alakítani. A két lyuk, amelyet piros körrel jelöltem lehetővé teszik a kábelek kivezetését a kormányból a különféle eszközökhöz.

A második elem együttesen az első és a harmadik elemmel, lehetővé teszik a kormány hosszának állíthatóságát. Ebbe az elembe fog elhelyezkedni az első elem, akár egy bicikli ülés esetén az ülésrúd a vázban. A harmadik elem lényegében egy megvásárolható nyeregcső bilincs, amit a 17. ábra szemléltet.



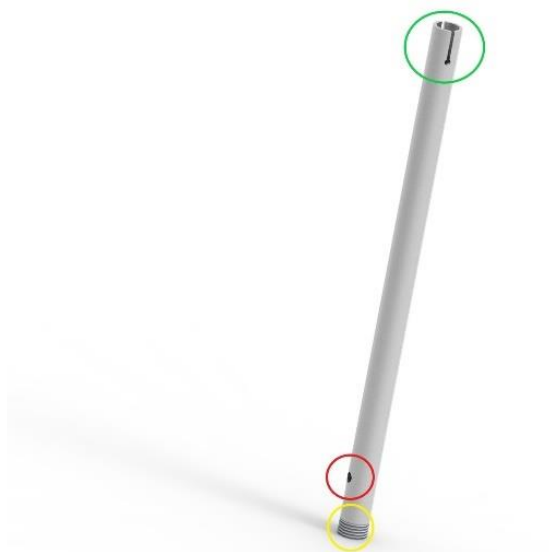
17.ábra

A választott nyeregcső bilincs (forrás: Amazon.com)

A tervezés során választott nyeregcső bilincs: **Keen sovyqe4u96pi-1**

Anyaga: Alumínium, tömege: 41 gramm

Számunkra tökéletes lesz ez a bilincs, mivel jóval nagyobb terhelésre van kitalálva, oldása pofon egyszerű és bármikor elvégezhető. A második elemet a 18. ábra szemlélteti.



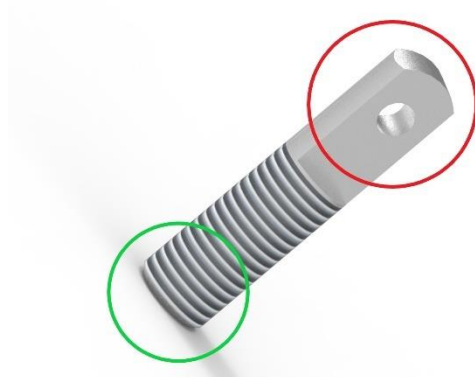
18.ábra

A kormány szerkezet második eleme

A második elem anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 317 gramm

Ezt az elemet egyetlen alumínium csőből el lehet készíteni. A csőbe a kormány első eleme a zöld részen fog csatlakozni és itt fog elhelyezkedni a csőbilincs is, ami egybefogja a két elemet. A jelölt kivágás ezért kell, hogy a külső csőt, azaz a második elemet hozzá lehessen szorítani az első elemhez, így erőzáró kötést létrehozva a két elem csak együtt lesz képes az elmozdulásra. A pirossal jelölt furat a szükséges kábeleket vezeti be a csőrendszerbe a Deck elemről. A sárgával jelölt menetes rész a kormány lecsukhatóságát lehetővé tevő mechanizmus része, továbbá a cső belsejében is található egy furat, amihez a kormány negyedik eleme fog csatlakozni. A 19. ábra a negyedik elemet ábrázolja.



19.ábra

A kormány szerkezet negyedik eleme

A negyedik elem anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 72 gramm

Ezt az elemet egyetlen alumínium rúdból el lehet készíteni. A zöld karikával jelölt menetes rész fog csatlakozni a második elemhez. Itt az összeszerelésnél ügyelni kell a teljes betekerésre, mivel csak ebben az esetben fog megfelelően állni a piros karikával jelzett csatlakozó. A metrikus menet önzárása miatt nem kéne, hogy meglazuljon ez az erőzáró kapcsolat, viszont a rezgések hatására ez könnyen bekövetkezhet, ezért ajánlott menetragasztót alkalmazni. A piros karikával jelzett rész fog csatlakozni az összecsukó mechanizmushoz.

### 3.1.2. Kormány elemeinek gyártása

A szerkezeti egység tervezése során elsődleges szempont volt a gyárthatóság. Olyan konstrukciót alakítottam ki, aminek gyártása során nem keletkezik rengeteg hulladék, ezzel optimalizálva a gyártási költségeket. Ebben a fejezetben bemutatom az alkatrészek egy lehetséges gyártási folyamatát.

- Első elem

Az első elem gyártásához szükség lesz 2 db 22x18x100, 1db 22x18x560 és 1db 22x18x400 mm-es alumínium csőre. Az első szám a külső átmérő, a második szám a belső átmérő, a harmadik szám pedig a hossz méretére utal. Az első lépés során meghajlítjuk az 560mm hosszú csövet a 16. ábra alapján. Ezt követően a műhelyrajz alapján bevágjuk a két 100mm hosszú

---

csövet és a meghajlított 560mm-es csövet. Ezután elvégezzük a három cső megfelelő összehegesztését. A következő lépésben megfelelően bevágjuk a 400mm hosszú csövet és hozzáhegesztjük a konstrukcióhoz. Ezt követően elkészítjük a 400mm hosszú cső végén található letörést. Utolsó lépésként kifúrjuk a két lyukat a műhelyrajz alapján. Az említett műhelyrajz a mellékletek közt megtalálható kormány1 műhelyrajz néven. Az elem gyártása során csupán a csövek külső átmérőjének tűrésére kell ügyelni a pontos csatlakozások miatt.

- Második elem

A második elem elkészítéséhez egy darab 28x22x500 mm-es csőre lesz szükség. Első lépésként elkészítjük a cső egyik végén található belső, illetve külső letörést. Ezt követően elkészítjük a külső és belső menetet. A következő lépés a kábel bevezetéséhez szükséges lyuk kifúrása lesz. Ezt követően a cső másik végén szintén kifúrjuk a két lyukat, amely a cső behajlását segíti elő. Ezután kivágjuk a hornyot a két lyuktól egészen a cső végéig. A fenti lépéseket a műhelyrajz alapján hajtjuk végre, amely a mellékletek közt megtalálható kormány2 műhelyrajz néven.

- Harmadik elem

A harmadik elem egy készen megvásárolható modul, ezért nem kell a gyártásával foglalkoznunk.

- Negyedik elem

A negyedik elem legyártható egy darab 24x91 mm-es alumínium rúdból vagy akár egy pontos méretekkal rendelkező 22x91 mm-es rúdból. Első lépésként marógéppel elkészítjük a három kerek oldallal rendelkező téglatestre emlékeztető részt, amelyet a 19. ábrán piros körrel jelöltem. Ezt követően kifúrjuk a tartócsap helyét, ami egy lyuk lesz szintén a piros körrel jelölt részen. Ezután lehetőleg eszterga segítségével kialakítjuk a letöréseket és a menetet az elem másik végén. A megmunkáláshoz szükséges méreteket a műhelyrajz tartalmazza, amely megtalálható a mellékletben Kormány4 műhelyrajz néven.

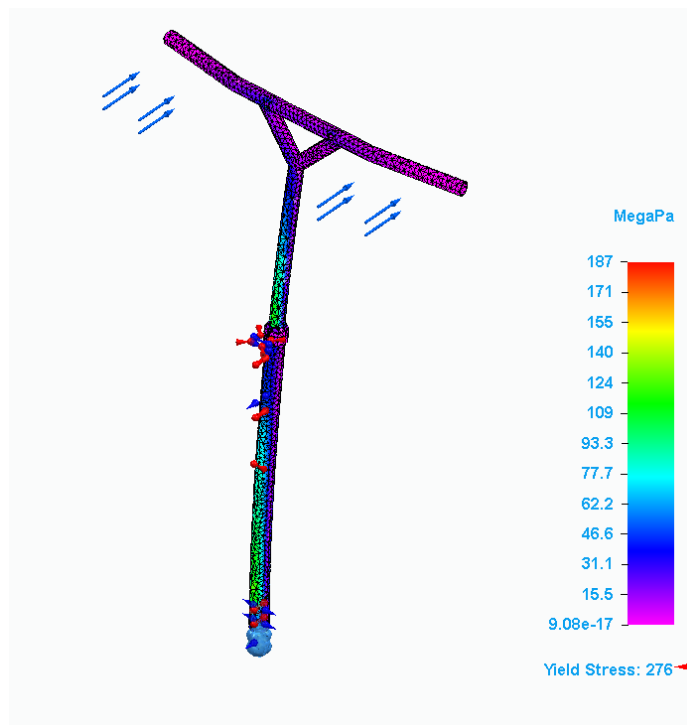
- Szükséges gyártástechnológiák

A gyártáshoz szükség lesz valamilyen alumínium hegesztési technikára. Véleményem szerint tömeg és egyedi gyártás esetén is az adott feladatra a fogyóelektródás és védőgáz (MAG) eljárás lesz a legalkalmasabb.[16] Alumínium hegesztéséhez tökéletes a CO<sub>2</sub>-es eljárás.

Szükséges egy oszlopos fúró, egy marógép és tömeggyártás esetén mindenképp szükség lesz egy eszterga gépre is. Az eszterga gép ajánlott egyedi gyártás esetén is a pontosság végett.

### 3.1.3. Kormány szilárdságtani ellenőrzése

A kormány elemei javarészt hajlításnak és csavarásnak lesznek kitéve a hétköznapi használat során. Ugyan nem nagyon nagy mértékű, de csavarás jön létre mikor elfordítjuk a kormányt irányváltoztatás céljából. A nyomaték az egyik markolat tolásának és a másik markolat húzásának következtében jön létre. Ez véleményem szerint az optimális terhelés, viszont kapaszkodósabb szakaszokon mindkét markolatot húzzuk magunk felé és a nyomaték a két erő közti különbségből jön létre. Ez a gyorsulás vagy a sebesség okozta félelem esetén történő hátra dőlés egy ösztönös dolog, amit rengeteg embernél megfigyeltem síoktatás során. E terhelés során viszont megjelenik egy hajlító igénybevétel is a kormány vázán. Egy 80-100 kilós ember esetében ez akár 200N-os húzással is járhat, ezért ezt az értéket választottam a szimulációhoz. Az egyik markolaton 80N húzóerő lesz jelen míg a másikon 120N. A 20. ábra kormány szilárdságtani szimulációjának eredményeit tartalmazza.



20.ábra

A kormány szerkezet szilárdságtani vizsgálata

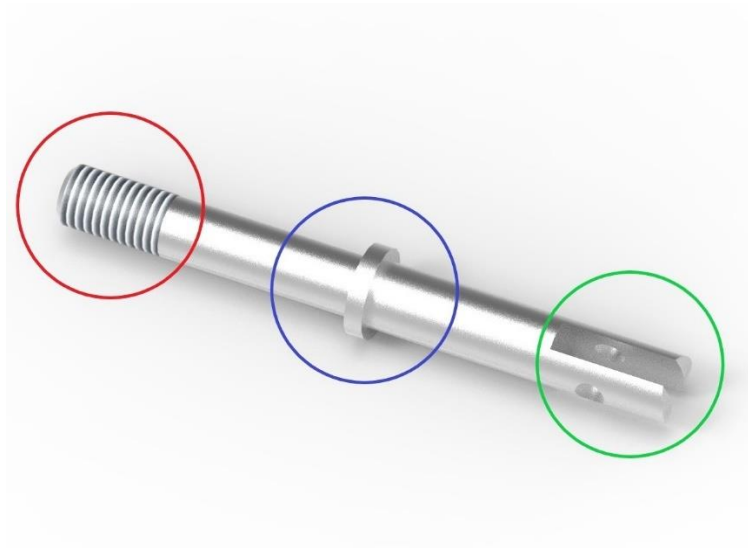
A kormány főbb részei elviselik ezt a terhelést hosszú távon. A 187MPa-os érték a negyedik, illetve a második elem csatlakozásánál jött létre a letörés miatt. Itt lényegében az elem hajlása során egy pont kap nagy terhelést, viszont ez a valóságban lényegesen kevesebb lesz, mivel a lehajtó mechanizmus egyik fixáló cső eleme is fog átvenni terhelést a második elemtől. Ez az elem pedig a negyedik elemnek egy másik pontjára fog terhelést tovább adni, illetve a lehajtó mechanizmus egy másik elemének.

### 3.2. Kormány lehajtó mechanizmus

A szállítás során nagyon fontos, hogy a rollerünk olyan állapotba hozható legyen egyszerűen, amiben nem foglal túlságosan sok helyet. Ugyanakkor ennek a megoldásnak nem szabad nagyon lecsökkentenie a roller működésbeli stabilitását. Ebben a fejezetben bemutatom, hogy milyen megoldást találtam ki erre a problémára.

#### 3.2.1. Kormány lehajtó mechanizmus elemeinek ismertetése

A kormány lehajtó mechanizmus három elemből áll. Az első eleme fog csatlakozni a kormány negyedik eleméhez. A 21. ábra a kormány lehajtó mechanizmus első elemét ábrázolja.



21.ábra

A kormány lehajtó mechanizmus első eleme

Az első elem anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 174 gramm

Az elem a piros karikával jelölt részen csatlakozik az első kerék tartó villához. Az összeszerelés során itt is célszerű menetragasztót használni, nehogy a sok rázkódás hatására meglazuljon a menet. A kék karikával jelölt rész fog felülni az axiális csapágyazásra, amely elválasztja a Deck csatlakozó részét és a kormány leajtó mechanizmust. A zöld karikával jelzett rész fog csatlakozni a kormány negyedik eleméhez a kormány leajtó mechanizmus második elemének a segítségével, amely a 22. ábrán látható.



22.ábra

A kormány leajtó mechanizmus második eleme

A második elem anyaga: Acél

Tömege: 13 gramm

A kormány leajtó mechanizmus második elemén keresztül csatlakozik a kormány negyedik eleme a leajtó mechanizmus első eleméhez. Az elem két végét célszerű úgy kialakítani, hogy az illeszkedjen a körívhez, viszont egy sima egyenes végű csappal is hasonlóan működne a mechanizmus. Célszerű az elemet hozzáragasztani az első elemhez az esetleges kiesés elkerülése végett. Ez a kiesés csak leajtott állapotban fordulhat elő, és a csap mindig a helyére kerül mikor a kormány rögzítésre kerül a következő elemnek köszönhetően, amit a 23. ábra szemléltet.



23.ábra

A kormány leajtó mechanizmus harmadik eleme

A harmadik elem anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 43 gramm

A kormány leajtó mechanizmus harmadik eleme teszi lehetővé, hogy egyik állapotban a kormány lecsukható legyen, a másik állapotban pedig nem. Ezt a piros karikával jelzett menettel teszi lehetővé, ami a kormány második eleméhez csatlakozik. Ezt a kapcsolatot már említettem korábban a kormány szilárdságtani ellenőrzésénél. Az elem másik része pedig rácsúszik a kormány leajtó mechanizmus első és a kormány negyedik elemére. A lecsúszást a leajtó mechanizmus első elemén lévő a 21. ábrán kék karikával jelzett gyűrű gátolja meg.

### 3.2.2. A kormány leajtó mechanizmus elemeinek gyártása

A szerkezeti egység tervezése során elsődleges szempont volt a gyárthatóság. Sajnos ezeknél az alkatrészeknél nem lehetett olyan szinten optimalizálni a hulladék keletkezést, mint a kormány kialakításánál. Ebben a fejezetben bemutatom az alkatrészek egy lehetséges gyártási folyamatát.

- Első elem

A kormány leajtó mechanizmus első eleme egy 30x206 mm-es alumínium rúdból legyártható. Első lépésként le kell esztergálni a piros körrel jelölt részt egészen a kék karikával jelölt részig. Ezt követően a letörést elkészítjük és miután kész a letörés elkészítjük a menetet



is. Ezután a tokmány segítségével befogjuk az alkatrészt fordítva és lemunkáljuk a zöld körrel jelölt részt is. Ezt követően kezdődhet a zöld karikával jelölt rész kimarása. Miután az előző lépés elkészült állványos fűrőgépen kifúrjuk a zöld körrel jelölt lyukat, ahova a kormány leajtó mechanizmus második eleme fog kerülni. A lépéseket a műhelyrajz méretei és utasításai szerint hajtsuk végre, ami megtalálható a mellékletben Leajtó1 műhelyrajz néven.

- Második elem

A kormány leajtó mechanizmus második eleme egy 10x23 mm-es acél rúdból legyártható. Ha az acélrudunk pontosan 10mm-es átmérőjű h7 es tűrés határon belül, akkor a munkadarab két végét kell lemarnunk a műhelyrajzon látható módon. Az elemhez tartozó műhelyrajz megtalálható a mellékletben Leajtó2 műhelyrajz néven.

- Harmadik elem

A harmadik elem gyártásához egy 34x22x60 mm-es alumínium csőre lesz szükség. Az alkatrészt eszterga tokmányába befogjuk, és elkészítjük a 23. ábrán látható piros körrel jelölt belső átmérőt, ezt követően pedig a benne lévő metrikus menetet. Ezt követően megfordítjuk az alkatrészt és leesztergáljuk a másik oldalt a műhelyrajzon megtalálható külső átmérőre. A gyártás során különös figyelmet kell adni a tűréseknek, mivel ez az elem több alkatrészhez is fog csatlakozni. A méretek és a tűrések megtalálhatóak az alkatrész műhelyrajzán, ami megtekinthető a mellékletben Leajtó3 műhelyrajz néven.

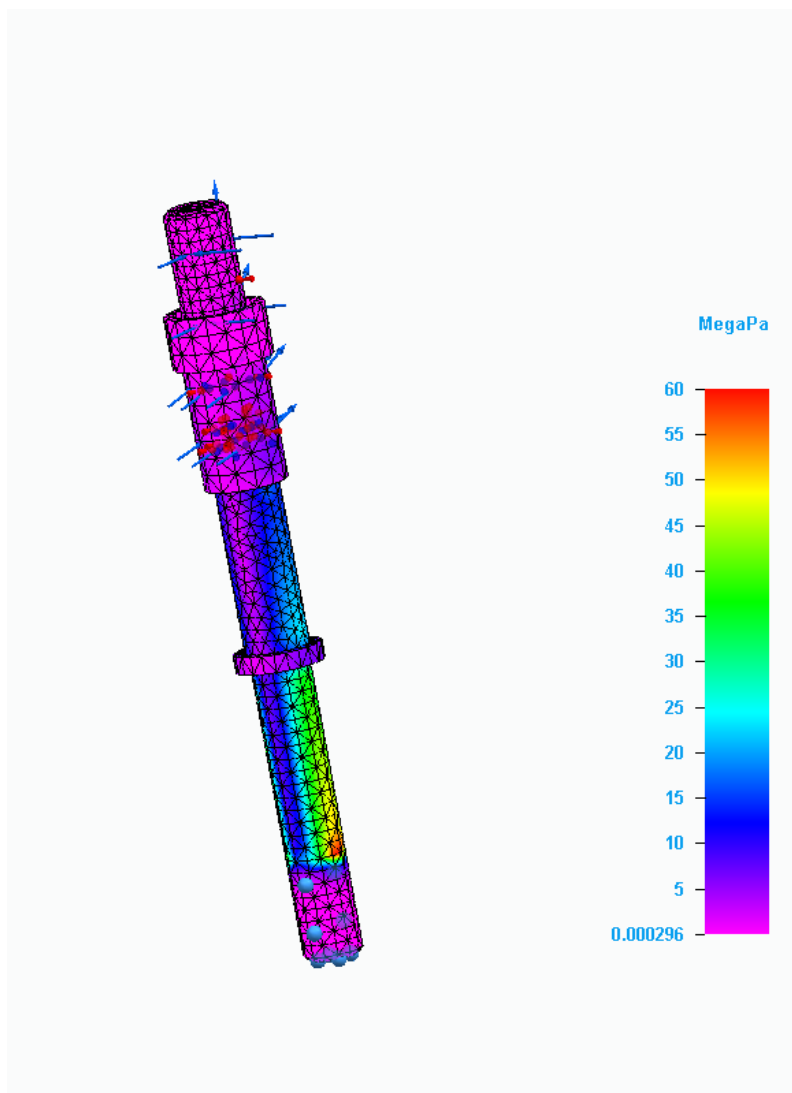
- Szükséges gyártástechnológiák.

A leajtó mechanizmus elemeinek legártásához szükség lesz eszterga és marógépre. Esetlegesen szükség lehet állványos fűrőgépre is, ha a marófejünk nem alkalmas a fúrási feladat elvégzésére.

### 3.2.3. A kormány leajtó mechanizmus szilárdságtani ellenőrzése

A kormány leajtó mechanizmus a terhelést a kormánytól kapja rendeltetésszerű használat során. Ez a terhelés minimális csavarás és hajlítás lesz, fékezés esetén esetlegesen nyomás. Nyomásra felesleges méretezni, mivel az elemekben nincsenek túl hosszú szakaszok a keresztmetszetükhöz, és a támaszpontok gyakoriságához képest, így a kihajlás jelensége biztosan nem fog fellépni. A szilárdságtani szimulációba belevontam a kormány negyedik elemét is, mivel így lesz a szimuláció leginkább valóságű. A szimuláció során 200 N-os hajtító erővel és 1Nm-es nyomatékkal terheltem meg a kormány negyedik elemét, továbbá a kormány

lehajtó mechanizmus keréktartó villájára csatlakozó a 21. ábrán piros körrel jelölt részt tekintetem fix pontnak. A 24. ábra a szilárdságtani szimuláció eredményeit tartalmazza.



24.ábra

A kormány lehajtó mechanizmus szilárdságtani szimulációjának eredménye

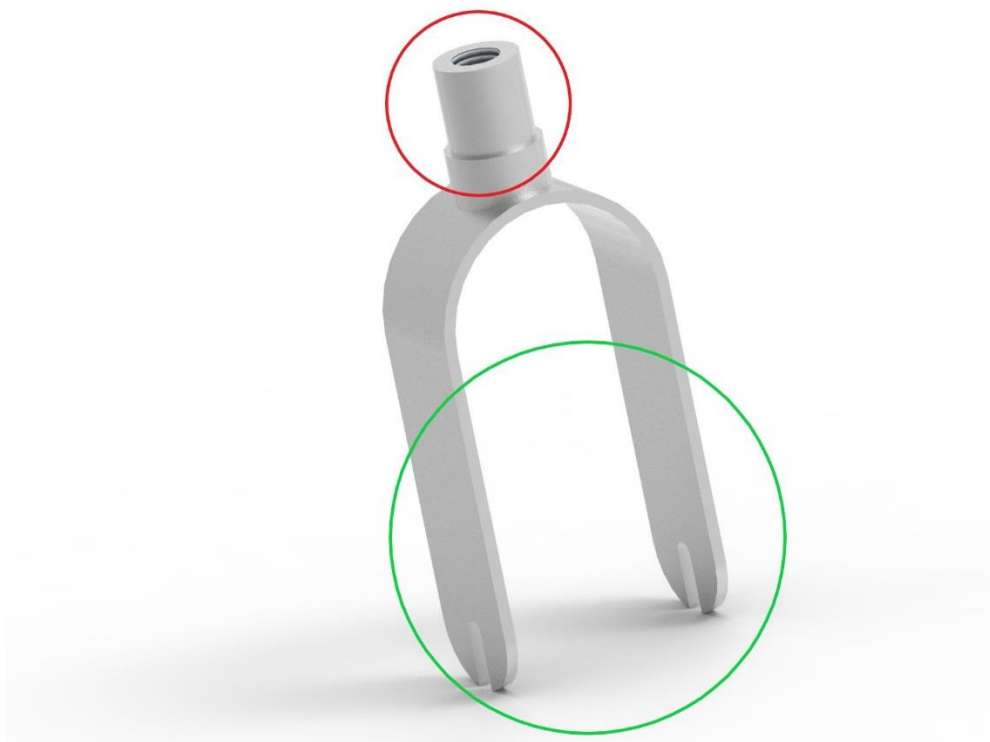
A gyengepontok alapanyagának a szakító szilárdsága 276MPa, szóval a szerkezet nagy biztonsággal fogja elviselni az üzemszerű terhelést. Ez a terhelés a valóságban kisebb lesz, mivel pont ezen a ponton fog csatlakozni a Deckhez a szerkezet, ami valamennyi terhelést át fog venni a kormány lehajtó mechanizmus első elemétől. A szerkezet viszont nem fog kapni terhelést a Deck csatlakozó pontjától, mivel a felhasználó súlyából fakadó terhelések a csapágyazáson keresztül az első kerék tartó villára, és a kerékre fognak tovább haladni.

### 3.3. Első keréktartó villa

A keréktartó villa elengedhetetlen része a rollerünknek. Tervezése során különös figyelmet kell szentelni a szilárdágtni méretezésének, mivel menet közbeni eltörése, vagy csak a deformációja könnyen súlyos eséshez vezethet. Ebben a fejezetben ismertetem az első keréktartó villa méretezését.

#### 3.3.1. Első keréktartó villa ismertetése

A 25. ábra az első keréktartó villát ábrázolja.



25.ábra

A keréktartó villa

A keréktartó villa anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 412 gramm

A keréktartó villát egy rúdból és egy hajlított lapból lehet elkészíteni. A cső a 25. ábrán pirossal jelölt részen, míg a hajlított lap a zölddel jelölt részen látható. Az elem a pirossal

---

karikázott menetes része fog csatlakozni a kormány lehajtó mechanizmussal. Továbbá a Deck csapágyazásával is ezen a részen fog találkozni, ami a 8. ábrán megtekinthető. A keréktartó villához a 25. ábrán zölddel karikázott részen fog csatlakozni az első kerék, ami a 9. ábrán megtekinthető.

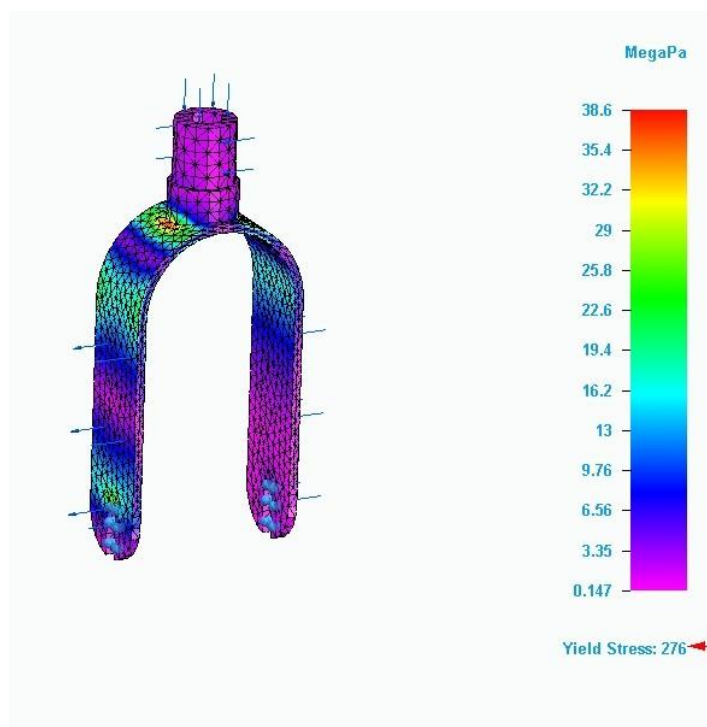
### *3.3.2. Első keréktartó villa gyárthatósága*

Az alkatrész legyártható egy 40x54 mm-es alumínium rúdból, és egy 5x50x430 mm-es alumínium lapból. Először a két elemet külön-külön kell megmunkálni. Az alumínium rudat esztergába befogjuk és lemunkáljuk az egyik felének a külső részét a műhelyrajzon szereplő méretre. Az előző lépés után kimunkáljuk a belső átmérőjét, és ezt követően menetet esztergálunk a belső részébe követve a műhelyrajzot. A rúd elemünk hegesztésre kész. A lap alkatrészen először ki kell munkálni a 25. ábrán zölddel jelölt rész marógép segítségével. Ezt követően a műhelyrajz alapján meghajlítjuk az elemet szigorúan felmelegítve, ezután hő kezeljük a belső feszültségek csökkentése érdekében. A lap elem is hegesztésre kész. A két elemet összehegesztjük a műhelyrajz alapján. Utolsó lépésként elkészítjük a menetes furatot, ami a sárvédő felszerelésében fog részt venni. A lépéseket szigorúan a műhelyrajz méretei alapján hajtsuk végre, amit a mellékletben megtalálható Keréktartó Villa műhelyrajz néven.

Az alkatrész legyártásához szükség lesz egy fogyóelektrodás és védőgázos (MAG) hegesztőgépre. Jelen elem esetében aránylag sok hozaganyagra lesz szükség, ilyen esetre pedig a MAG eljárás a legmegfelelőbb alumínium esetében. Továbbá szükség lesz esztergára, marógépre és lehetőség szerint oszlopos fúróra. A sárvédő tartására szolgáló furat elkészítése körülményes lehet, mivel nem feltétlen fog tudni besüllyedni a fúró a két villa közé. Ha ez megtörténik ajánlott egy kézi fúróval elvégezni a feladatot, mivel itt nem számít annyira a pontosság ezért egyes kezek közt ez az eljárás is megfelelő lesz.

### *3.3.3. Első keréktartó villa szilárdságtani ellenőrzése*

A keréktartó villa háromféle igénybevételnek lesz kitéve. Az első a csapágyakon keresztül érkező nyomó, a második a kormányzásból, és az ezt gátló az első kerék centripetális erejéből fakadó csekély mértékű csavaró, a harmadik pedig a villákra ható hajlító igénybevétel lesz. A 26. ábra az első keréktartó villa szilárdságtani szimulációját ábrázolja.



26.ábra

A keréktartó villa szilárdságtani szimulációjának eredménye

A szilárdságtani szimuláció során a nyomó igénybevételre 1000N-t vettem fel a csapágy csatlakozási pontjához. Ez a terhelés egy 200kg-os Deck terhelés esetén lép fel a rolleren, ami nagyon ritkán van jelen egyszemélyes használat esetén. Csavaró nyomatéknak 1Nm-t vettem fel, ahogy azt a kormány szimulációjánál tettem. Ennél nagyobb csavaró nyomaték nemigen alakul ki a rendeltetés szerű használat közben. A kanyarban fellépő oldalterhelésre minkét villaágra 100N terhelést vettem fel.

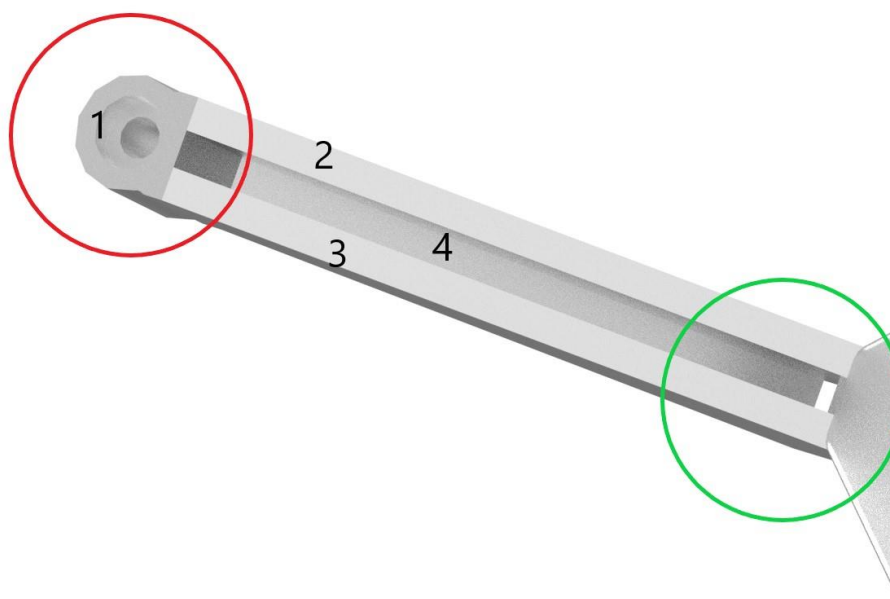
Sajnos a gyengepontunk a hegesztésnél lesz, ami az egyik lehető legrosszabb hely. Ha nem sikerül megfelelően a hegesztés és esetlegesen zárványos lesz, akkor nagyban csökken a teherbíró keresztmetszet. Esetünkben szerencsére a szerkezet részben fellépő feszültséget bőségesen elviseli a választott anyag.

### 3.4. Deck

A deck a roller azon része, ahol a vezető áll menet közben. Jelen esetben a deck ennél sokkal több. Ez az egység tárolja a motorvezérlő egységet, akkumulátort és minden hajtáshoz szükséges munkavégző elemet. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján terveztem meg a roller fő egységét.

#### 3.4.1. Deck elemeinek ismertetése

A deck négy elemből tevődik össze és nyolc darab csavarból, amelyek az elemeket tartják egyben. Jelen fejezetben nem fogom bemutatni a motorvezérlő egység és az akkumulátor helyzetét, ezt egy későbbi fejezetben fogom megtenni a kábelvezetés tervezésével párhuzamosan. A 27. ábra a Deck kormányhoz és első kerékhez csatlakozó részét szemlélteti.



27.ábra

A Deck kormányhoz csatlakozó része

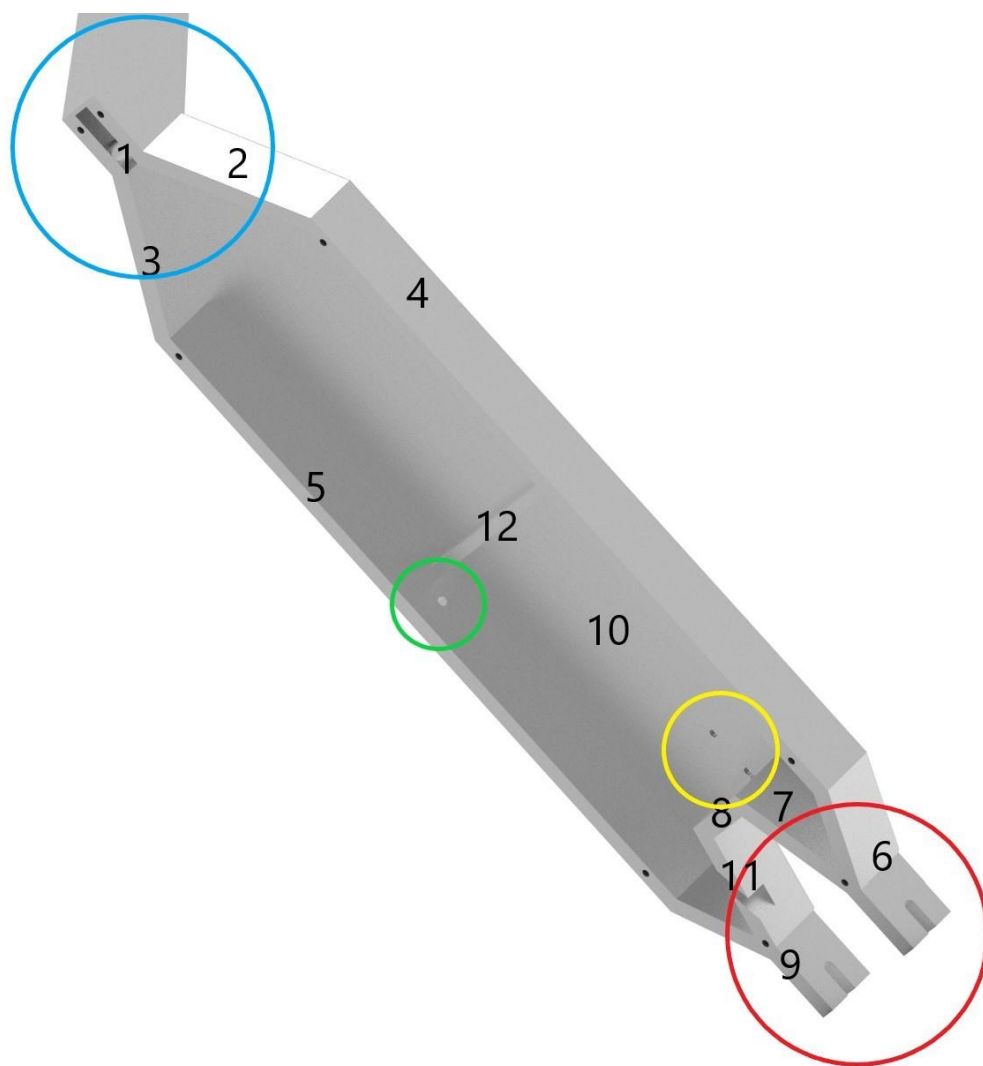
A Deck anyaga: Alumínium, 6061-T6

Tömege: 9 kilogramm

A Deck kormányhoz csatlakozó része négy elemből tevődik össze, amelyeket a 27. ábrán jelöltem. Az első elem egy alumínium „cső” lesz, amelyben a két csapágy fog elhelyezkedni.

Az egyik csapágy felül a másik pedig alul. A második és harmadik elem egy-egy alumínium lap lesz, amelyek a váz tartó szerkezetét fogják ellátni. A negyedik elem egy alumínium lemez, aminek a funkciója a kábelek védelme, illetve a víz bejutásának meggátolása.

Az elemek összekapcsolása hegesztéssel fog történni. A 27. ábrán piros körrel a Deck kormányhoz csatlakozó részét jelöltem, míg a zöld körrel a Deck további részéhez csatlakozik a 27. ábrán látható részegység. A 28. ábra a Deck második részét tartalmazza.



28.ábra  
A Deck második része

---

A Deck második része hozzá lesz hegesztve az első részhez, amit a 27. ábra szemléltet.

A deck második részét tizenkét vagy tíz elemből lehet összeépíteni. Célszerűbb a 12 elemet választani, mivel egyszerűbb összehegeszteni két lapot minthogy meghajlítani egyet megfelelően az alumínium lapok vastagsága miatt.

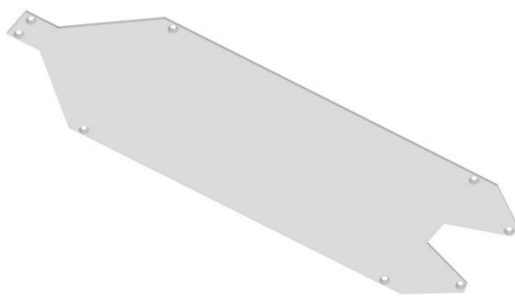
A deck második felét egy darab kör és egy darab téglalap keresztmetszetű rúdból, és tíz vagy nyolc darab alumínium lapból lehet megépíteni.

Először a 28. ábrán 1-es számmal jelölt elemet hegesztjük be a helyére, ezt követően a 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 7, 8, 10, 12 elemeket a felsorolás sorrendjében. A hatos illetve kilences elem egy hajlított lap lesz. Itt sajnos elkerülhetetlen a hajlítás mivel nem célszerű ekkora igénybevételű pontra hegesztést készíteni. A 28. ábrán kék körrel jelölt rész fog csatlakozni a deck első részéhez.

A zöld rész egy összetett furatot jelöl, ahová a power jack female csatlakozó lesz beszerelve, amit a 14. ábra szemléltet. A sárga körrel jelölt furatok a hátsó sárvédő rögzítésére szolgálnak, amit egy későbbi fejezetben ismertetni fogok.

A piros körrel jelölt villás részhez fog csatlakozni a hub motorral ellátott hátsó kerék. A 11-es elemen látható kivágás a motor kábeleinek deckbe vezetésére fog szolgálni.

A maradék nyolc furat, amik a 28. ábrán a deck legalsó síkjába kerültek elhelyezésre, és az alsó fedőlap rögzítésében játszanak szerepet. Az előbb említett elemet a 29. ábra szemlélteti.



29.ábra  
Az alsó fedőlap



---

A fedőlap anyaga: PVC

Tömege: 1,2 kilogramm

A fedőlap egyetlen Polikarbonát műanyag lapból elkészíthető. A 29. ábrán látható elem a deck aljára fog felkerülni a 8 darab M8-as csavar segítségével, ami a 30. ábrán látható.



30.ábra

A felhasznált M8-as csavar (forrás: [umakov.hu](http://umakov.hu))

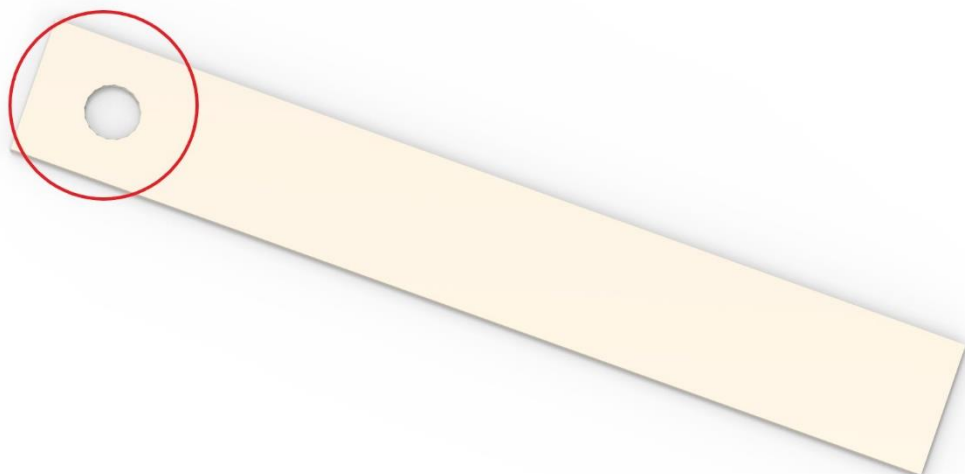
Mielőtt felszerelnénk a deckre az alsó fedőlapot, célszerű valamilyen tömítő anyagot felrakni a deck fedőlappal érintkező éleire. Ez az anyag jelen esetünkben szilikon ragasztó lesz. A választott ragasztó: **Pattex Fix Super**. A ragasztó alkalmas alumínium és PVC ragasztására.[4] A 31. ábra a választott ragasztót ábrázolja.



31.ábra

A felhasznált ragasztó (forrás: [pattex.hu](http://pattex.hu))

A 32. ábra a deck felső kormánytartó részének a fedőlapját ábrázolja.



32.ábra

Deck kormánytartó részének a fedőlapja

A fedőlap anyaga: PVC

Tömege: 45 gramm

A Deck kormánytartó részének fedőlapját egy PVC lapból el lehet készíteni. Ez az elem csupán ragasztással kerül rögzítésre majd a deck nyakrészén található kábelezetésre szolgáló részére, amely a 27. ábrán megtekinthető. A 32. ábrán piros körrel jelölt lyukon át fognak a kormányba hatolni a vezérlést megteremtő, és a kijelzőhöz csatlakozó kábelek. A 33. ábra a deck utolsó elemét ábrázolja.



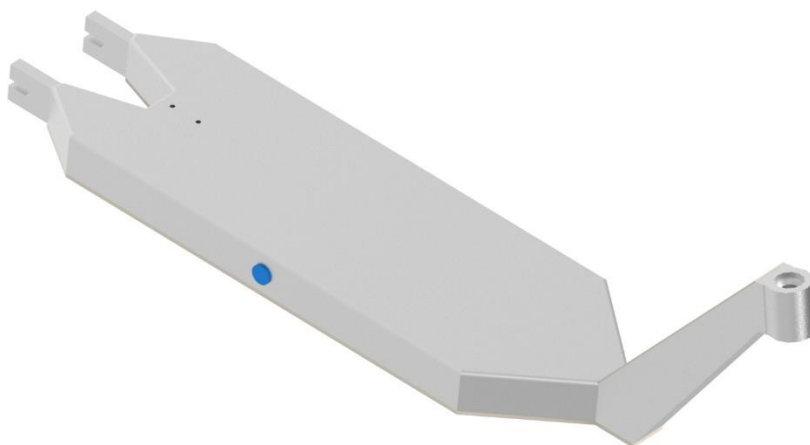
33.ábra

Powerjack csatlakozó záró kupakja

A kupak anyaga: Poliuretán

Tömege: 3 gramm

A kupak a 28. ábrán zöld körrel jelölt furatba illeszkedik be kívülről, ezzel megakadályozva a deck testébe való víz és egyéb szennyeződés bejutását. A kupak egy kis poliuretán rúdból elkészíthető. Az elem kúpos kialakítású így be fog feszülni a furatba, ezzel biztosítva az erőzáró kötést. A 34. ábra a teljes decket ábrázolja.



34.ábra

A teljes Deck

### 3.4.2. Deck elemeinek gyártása

A deck elemeinek tervezése során elsődleges szempont volt a hulladék keletkeződés minimalizálása, amit ez esetben véleményem szerint sikerült elérni. Az elemek súlyához képest nem keletkezik sok hulladék a gyártás során, viszont ezt csak sok elem összehegesztésével lehetett elérni, ami szintén körülményes lehet. Ebben a fejezetben bemutatom az alkatrészek egy lehetséges gyártási folyamatát.

- Deck

A deck megépíthető az alábbi alumínium elemekből: 1 darab 55x20x65 mm-es cső, 2 darab 80x16x350 mm-es lap, 1 darab 20x18 mm-es kör alapú rúd, 2 darab 50x16x160 mm-es lap, 2 darab 50x16x600 mm-es lap, 2 darab 50x16x160 mm-es lap, 2 darab 50x16x110 mm-es lap, 1 darab 50x16x68 mm-es lap, 1 darab 5x250x790 mm-es lap, 1 darab 10x15x220 mm-es téglatest alapú rúd, 1 darab 3x50x300 mm-es lap.

Első lépésként az elemeket elő kell készíteni a hegesztésre. Célszerű a kormány befogó résszel kezdeni és onnan végig haladni a hátsó keréktartó villáig. A sok részegység megmunkálásának áttekinthetősége érdekében táblázatos formában összefoglaltam az egyes részegységek megmunkálási lépéseit, és a megértést segítő ábrákon való elhelyezésüket. A 10. táblázat a részegységek megmunkálási lépéseit tartalmazza.

10. táblázat. A Deck részegységeinek megmunkálási folyamata.

| Részegység szám | alanyag             | Ábrán való jelölés | Megmunkálási folyamat  |
|-----------------|---------------------|--------------------|--|
| 26.1.1          | 55x20x65 mm-es cső  | 27. ábra 1-es      | Befogjuk egy eszterga gépbe, megmunkáljuk a belső átmérőt az egyik végén a műhelyrajz alapján, ezt követően megfordítjuk és kimunkáljuk megfelelően a másik felét is szintén a műhelyrajz méretei alapján. |
| 26.2.2          | 80x16x350 mm-es lap | 27. ábra 2-es      | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |
| 26.3.3          |                     | 27. ábra 3-as      |  |
| 27.2.4          | 50x16x160 mm-es lap | 28. ábra 2-es      | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |
| 27.3.5          |                     | 28. ábra 3-as      |  |

|          |           |                |  |
|----------|-----------|----------------|--|
| 27.4.6   | 50x16x600 | 28. ábra 4-es  | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |
| 27.5.7   | mm-es lap | 28. ábra 5-ös  |  |
| 27.6.8   | 50x16x160 | 28. ábra 6-os  | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit. Ezt követően meghajlítjuk a részegységet a műhelyrajzon látható helyen és szög értékig. A hajlítást csakis melegített alkatrészen végezzük el a belső feszültségek csökkentése végett. |
| 27.9.9   | mm-es lap | 28. ábra 9-es  |  |
| 27.7.10  | 50x16x110 | 28. ábra 7-es  | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |
| 27.11.11 | mm-es lap | 28. ábra 11-es | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit. Ezt követően fogást váltunk és kimunkáljuk a motorkábel csatornáját is.  |
| 27.8.12  | 50x16x68  | 28. ábra 8-as  | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |
| 27.1.13  | 20x18     | 28. ábra 1-es  | Fémfűrész segítségével megfelelő méretűre vágjuk.  |
| 27.10.14 | 5x250x790 | 28. ábra 10-es | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit. Ezt követően elkészítjük a sárvédő tartásában szerepet játszó furatokat.   |
| 27.12.15 | 10x15x220 | 28. ábra 10-es | Fémfűrész segítségével megfelelő méretűre vágjuk a műhelyrajz alapján.   |
| 26.4.16  | 3x50x300  | 27. ábra 4-es  | Befogjuk a marógépbe, és a műhelyrajz alapján megmunkáljuk a széleit.  |

---

A táblázatban a részegység sorszáma több információt foglal magába. Az első szám a hivatkozott ábra száma, a második az ábrán az elem száma, a harmadik pedig a hegesztési sorrendet takarja.

A táblázatban szereplő részegység szám alapján elvégezzük a hegesztést. Ezt követően gondosan elmunkáljuk a varratokat egy sarokköszörű segítségével.

A következő, egyben utolsó lépés az alsó fedőlap tartásában részt vevő furatok elkészítése. Ezt célszerű oszlopos fúróval elvégezni, ha a fúróba képtelenség egy ekkora elemet befogni, akkor ezt a lépést kézi fúróval, nagyon körülményesen végezzük el.

Az alkatrészhez tartozó műhelyrajz megtalálható a mellékletben Deck műhelyrajz néven.

- Alsó fedőlap

Az alsó fedőlapot egy 840x250x3 mm-es PVC lapból el lehet készíteni. Első lépésként a lapot Behelyezzük egy marógépbe és lemarjuk a széleit a műhelyrajz alapján. Ezt követően Kifúrjuk a sülyesztett furatokat lehetőség szerint egy oszlopos fúró segítségével.

Az alkatrészhez tartozó műhelyrajz megtalálható a mellékletben Alsó Fedőlap műhelyrajz néven.

- Kábelcsatorna fedőlap

A kábelcsatorna fedőlapot egy 340x50x2 mm-es PVC lapból el lehet készíteni. Első lépésként lemunkáljuk a fedőlap széleit a műhelyrajzon szereplő méretűre, ezt követően elkészítjük az egyik végén található letörést, és utolsó lépésként elkészítjük a kábelkivezető furatot.

Az alkatrészhez tartozó műhelyrajz megtalálható a mellékletben Kábelcsatorna fedőlap műhelyrajz néven.

- Powerjack csatlakozó kupak

A kupak elkészíthető egy 25x20 mm-es Poliuretán rúdból. Tömeggyártásban önteni célszerű ezt az alkatrészt, egy alkatrész esetén pedig a 3D nyomtatása a legkézenfekvőbb. Ha egyik eszköz sem elérhető el lehet készíteni esztergagéppel is egy befogásban.

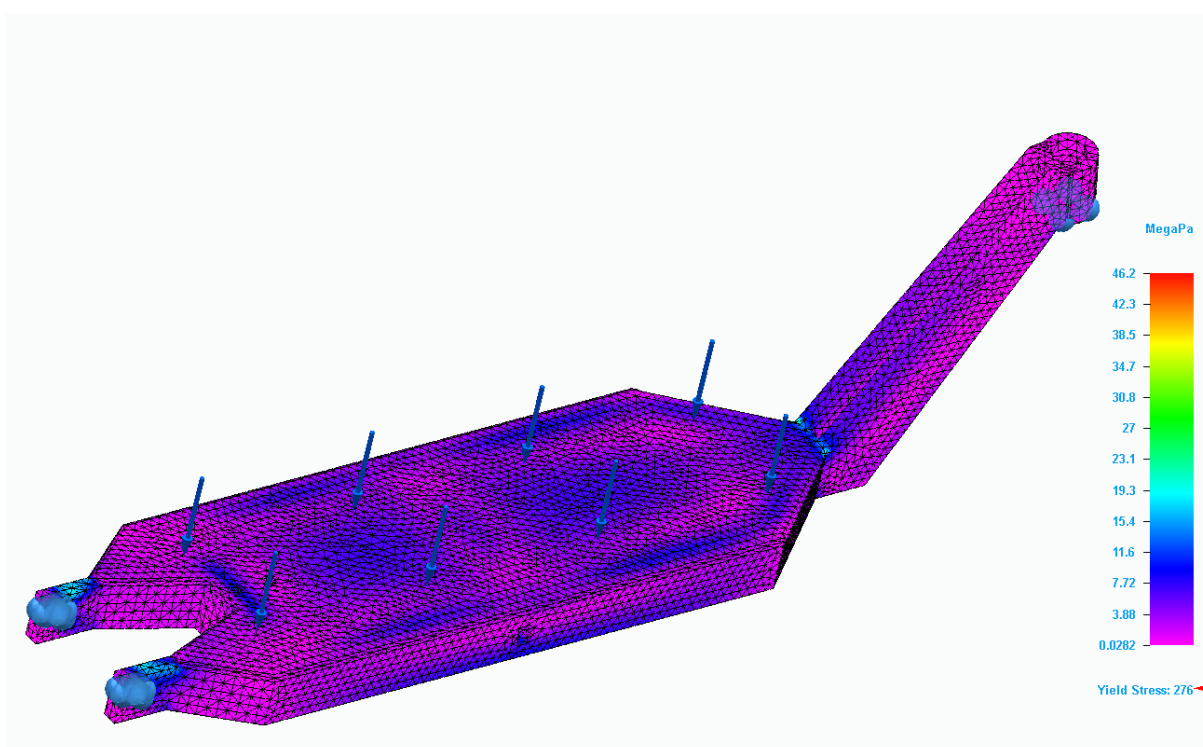
A gyártáshoz szükséges méretek megtalálhatók az alkatrészhez tartozó műhelyrajzon, ami mellékletben megtalálható PowerJack csatlakozó kupak műhelyrajz néven.

- Szükséges gyártási technológiák

Az előző fejezetekben említett eszközökkel legyárthatóak az ebben a fejezetben tárgyalt alkatrészek.

### 3.4.3. Deck szilárdságtani ellenőrzése

A roller használatát 150 kg-ig javaslom. Egy ekkora teher során a deckre körülbelül 1500N statikus terhelés hat, viszont ez a terhelés könnyen megváltozhat rövid időpillanatokra a sebesség és az út minőségének függvényében. Ezért a decket a szimuláció során 2500N-nal fogom terhelni, ami a decken javarész hajlító igénybevételként fog megjelenni. A 35. ábra a deck szilárdságtani szimulációjának eredményeit szemlélteti.



35.ábra

A Deck szilárdságtani szimulációjának eredménye

A szimulációból kihagytam a fedőlapokat, mivel ezen elemeknek nincs tartó szerepe a szerkezetben. A szerkezetben maximálisan fellépő feszültség 46,2 MPa lesz, amit nagy biztonsággal elvisel a választott anyag. Véleményem szerint szükséges lehet ekkora biztonsági érték, mivel a szerkezeti elemekben rengeteg hegesztési varrat található, amelyek teherbírasi keresztmetszete változhat.

### 3.5. Akkumulátor csomag

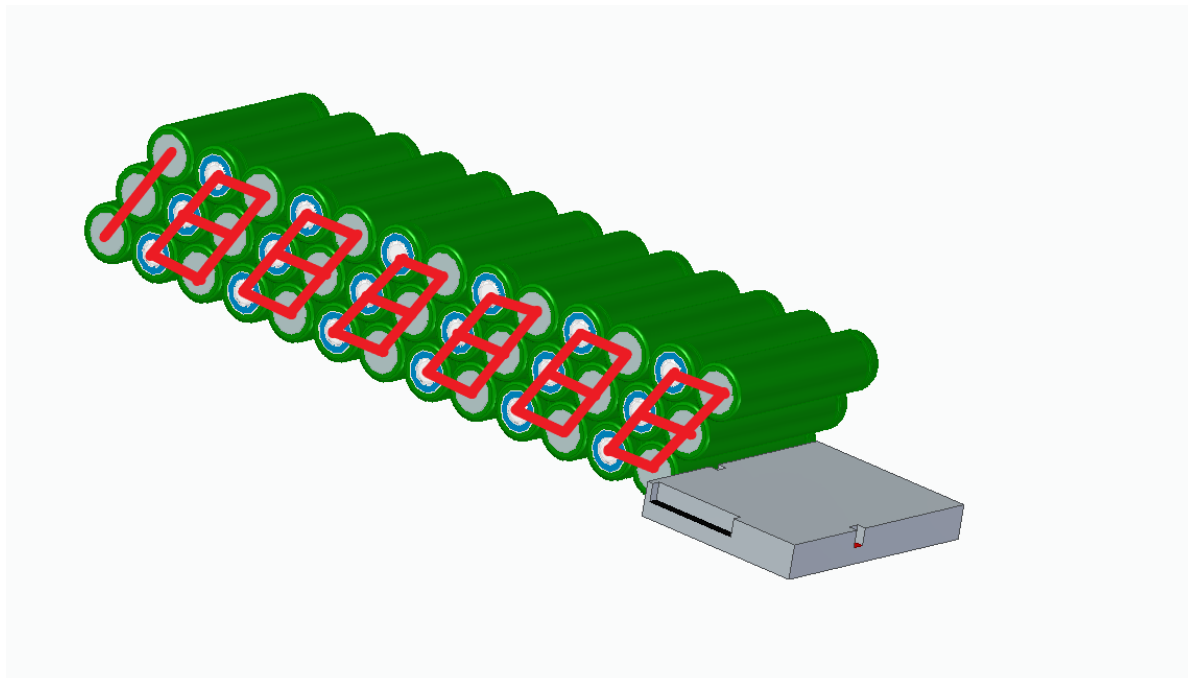
Az akkumulátor cellákat számtalan módon lehet rendezni, sorosan párhuzamosan kapcsolni egy akkumulátor csomagban. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján és hogyan építettem meg a szerintem legideálisabb akkumulátor csomagot.

#### 3.5.1. Mechanikus tervezés

Az akkumulátor csomag esetében a legfontosabb szempont a roller testben való elhelyezhetőség, amit nagyban befolyásol az akkumulátor cellák elhelyezése és a végső méret. Ezen kívül gondolni kell a zárlat elkerülésre, hőelvezetésre és a víz bejutásának megakadályozására. Ebben a fejezetben a hőelvezetést és a vízállóságot nem részletezem, mivel ezeket a szempontokat a roller test beépítési részében fogom bemutatni.

- Elhelyezhetőség

Az akkumulátor csomag a roller Deck váz részében lesz elhelyezve egy erre a célra külön kiképzett helyen. A 36. Ábra a rendezést szemlélteti. A vezető lemez kapcsolatokat piros színnel jelöltem.



36.ábra

Akkumulátor csomag BMS el ellátva



Szerencsére sikerült találnom az interneten kész modellt a kiválasztott akkumulátor cella típushoz [1], amit fel is használtam a tervezés során. A csomag elhelyezéséhez szükséges téglalap formájú lyuk 80x49x292mm-es lesz.

- Rövidzárlat elkerülése

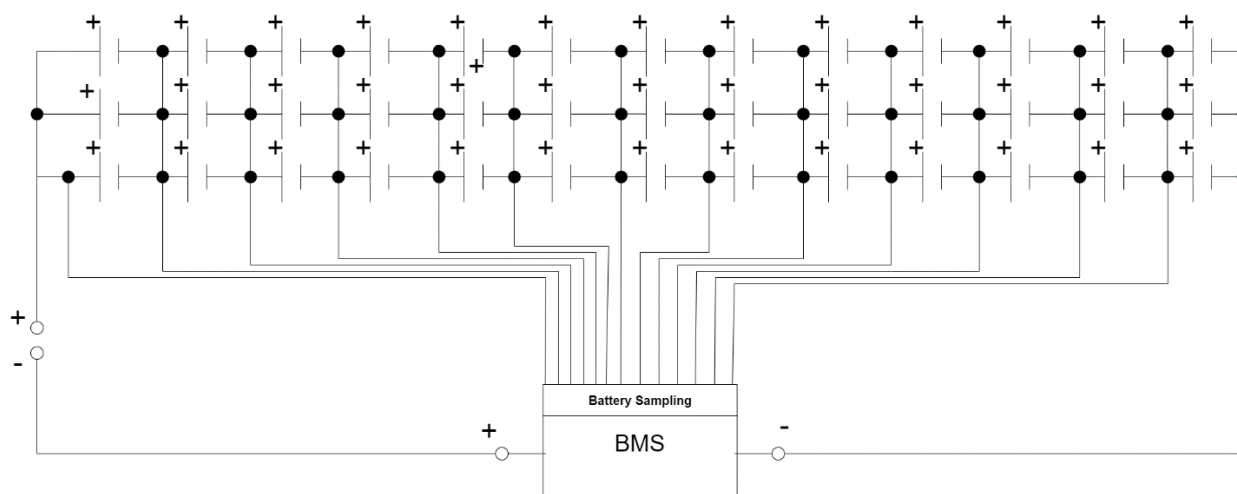
Az akkumulátor csomag megfelelő szigetelő fóliával lett ellátva és a vezeték elhelyezés, illetve a vezeték szigetelések típusa alkalmazásnak megfelelően lettek kiválasztva, amit a villamos tervezésben fogok részletezni.

### 3.5.2. Villamos tervezés

Ebben a fejezetben bemutatom milyen paraméterek figyelembevételével terveztem meg az akkumulátor csomagot elektronikai szempontból.

- Kapcsolás tervezése

Az akkumulátor csomagot a motorvezérlő egységhez és a motorhoz kellett méretezni. Míg a motor szélesebb feszültség spektrumban képes üzemelni, addig a motorvezérlő egységünk csak 48V-on, ezért ezt a kapocsfeszültséget kell elérnünk az akkumulátor csomag kapocspontjain. Ezt a feszültség értéket tizenhárom darab sorosan kapcsolt 3,7V névleges feszültségű akkumulátorral hoztam létre, a megfelelő kapacitás elérését pedig három ilyen egység párhuzamos kapcsolásával értem el, amelynek a kapcsolási rajzát a 37. ábra szemlélteti.



37.ábra

Akkumulátor csomag kapcsolási rajza

A BMS 30A feletti áramerősség esetén letilt, ezzel védve az akkumulátorokat, amik maximum 3x10A áramerősséget bírnak el a hármas párhuzamos kapcsolás következtében. Tehát az akkumulátorok teljes mértékben védve vannak, mellesleg a rendszerben egészséges működés esetén maximum 22A lép csak fel a motorvezérlő teljesítmény átvivő képességéből kiindulva( $I=P/U$ ).

- Vezeték vastagságok kiválasztása

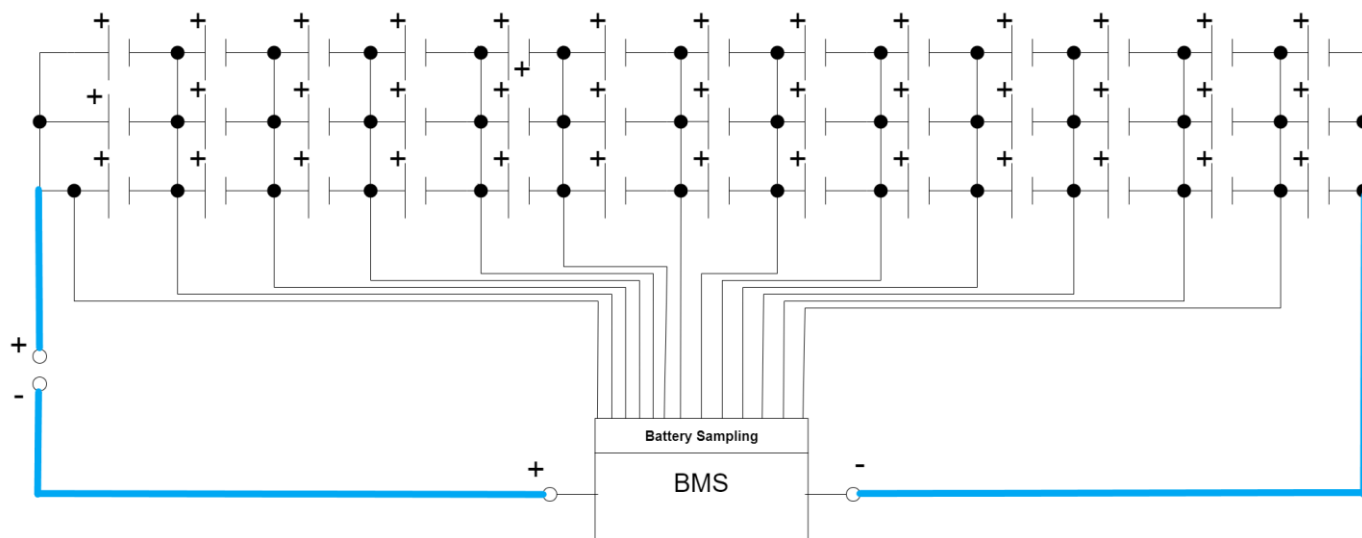
Az akkumulátor csomagban belül jelen alkalmazásban maximum 22A áram folyhat normál esetben, viszont célszerű a vezetékeket A BMS áramkörhöz méretezni, mivel így esetleges 30A alatti túláram esetén sem fog túlmelegedni a vezeték. A vezeték túlmelegedése könnyen a szigetelés sérüléséhez, leolvadásához vezet, ami rövidzárlatot eredményezhet. A 38. ábra a vezetékek megengedett alapterhelését anyag és kivitel (pl. tömör, sodrott) szemlélteti.

| A vezető keresztmetszete mm <sup>2</sup> | Megengedett terhelés „A” <small>www.novill.hu</small> |     |           |     |           |     | Biztosító betétek |
|--|---|-----|-----------|-----|-----------|-----|-------------------|
|  | A csoport   |     | B csoport |     | C csoport |     |                   |
|  | Cu  | Al  | Cu        | Al  | Cu        | Al  |                   |
| 0,5                                      | 7   | -   | 10        | -   | 13        | -   | -                 |
| 0,75                                     | 10  | -   | 13        | -   | 16        | -   | -                 |
| 1  | 12  | -   | 16        | -   | 20        | -   | 6                 |
| 1,5                                      | 16  | 13  | 20        | 17  | 25        | 22  | 10                |
| 2,5                                      | 21  | 16  | 27        | 21  | 34        | 27  | 16                |
| 4  | 27  | 21  | 36        | 29  | 45        | 35  | 20                |
| 6  | 35  | 27  | 47        | 37  | 57        | 45  | 25                |
| 10                                       | 48  | 36  | 65        | 51  | 78        | 61  | 35                |
| 16                                       | 63  | 51  | 87        | 68  | 104       | 82  | 50                |
| 25                                       | 83  | 65  | 115       | 90  | 137       | 107 | 63                |
| 35                                       | 110   | 86  | 143       | 112 | 168       | 132 | 80                |
| 50                                       | 140   | 110 | 178       | 140 | 210       | 165 | 100               |
| 70                                       | 175   | 140 | 220       | 173 | 260       | 205 | 125               |
| 95                                       | 215   | 175 | 265       | 210 | 310       | 245 | 160               |
| 120                                      | 255   | 205 | 310       | 245 | 365       | 285 | 200               |
| 150                                      | 295   | 235 | 355       | 280 | 415       | 330 | 250               |
| 185                                      | 340   | 270 | 405       | 320 | 475       | 375 | 315               |
| 240                                      | 400   | 300 | 480       | 380 | 560       | 440 | 400               |
| 300                                      | 470   | 375 | 555       | 435 | 645       | 510 | 500               |
| 400                                      | 570   | 455 | 690       | 540 | 770       | 605 | 630               |
| 500                                      | 660   | 530 | 820       | 640 | 880       | 690 | -                 |

38.ábra

A vezetékek megengedett alapterhelése (forrás: novill.hu)

A választott vezeték: tömör 4mm<sup>2</sup> réz. Lényegében a 2,5mm<sup>2</sup>-es rézvezeték is képes lenne a feladat ellátására, viszont célszerű mindig kicsit túlméretezni. Ezzel csökkentjük a kialakuló melegedést és valamilyen szinten a veszteségeket is. A 39. ábra kézzel szemlélteti, hogy a kapcsolás mely szakaszaira szükséges ez a keresztmetszet.



39.ábra  
4mm<sup>2</sup>-es szakaszok

Az akkumulátorokat összekötő szakaszoknak mechanikai szerepe is van, ezért azoknak a lemezeknek biztosan elegendő lesz a vezető képessége ilyen áramerősséghez. A Sampling kábeleken pedig csak feszültség mérés fog zajlani, ezért ott az áramerősség elenyésző lesz, ami miatt elegendő lesz oda egy sima sampling kábelköteg. A 40.ábra egy sampling kábelt szemléltet.



40.ábra

Sampling kábelköteg (forrás: aliexpress.com)

- Vezeték szigetelések méretezése

A rendszerünkben csak 48V feszültség lesz maximum jelen, ezért felesleges a szigetelést ellenőrizni átütés végett a 4mm<sup>2</sup>-es vezetékek esetében. A jeltovábbító vezetékekkel pedig a későbbiekben fogunk foglalkozni.

Az akkumulátor csomag paraméterei megtalálhatók a „Roller paraméterei” fejezetben. Igény esetén a roller bővíthető még egy ilyen akkumulátor csomaggal, így megduplázva a maximálisan megtehető távolságot (ez esetben a két akkumulátor csomag párhuzamosan fog csatlakozni egymáshoz).

## 3.6. Sárvédők

A sárvédők akadályozzák meg azt, hogy a kerékről a centripetális erő hatására leszakadó sárdarabok a roller többi részére, vagy a vezetőre repüljenek. Ugyan a roller nem igazán lesz alkalmas sáros környezetben való közlekedésre, ettől függetlenül szükség lesz sárvédőre, mivel ugyanez a jelenség vízzel is előfordulhat. Ebben a fejezetben bemutatom a sárvédők tervezésének lépéseit, és a gyártási folyamatukat.

### 3.6.1. Sárvédők ismertetése

A rollerünkön elől és hátul fog sárvédő elhelyezkedni. Az első sárvédő az egyszerűség kedvéért ugyanolyan csavarral lett rögzítve, amelyet a deckben is alkalmaztunk. A csavar megtekinthető a 30. ábrán. Az első sárvédőt, és a felszerelési helyét a 41. ábra szemlélteti.



41. ábra

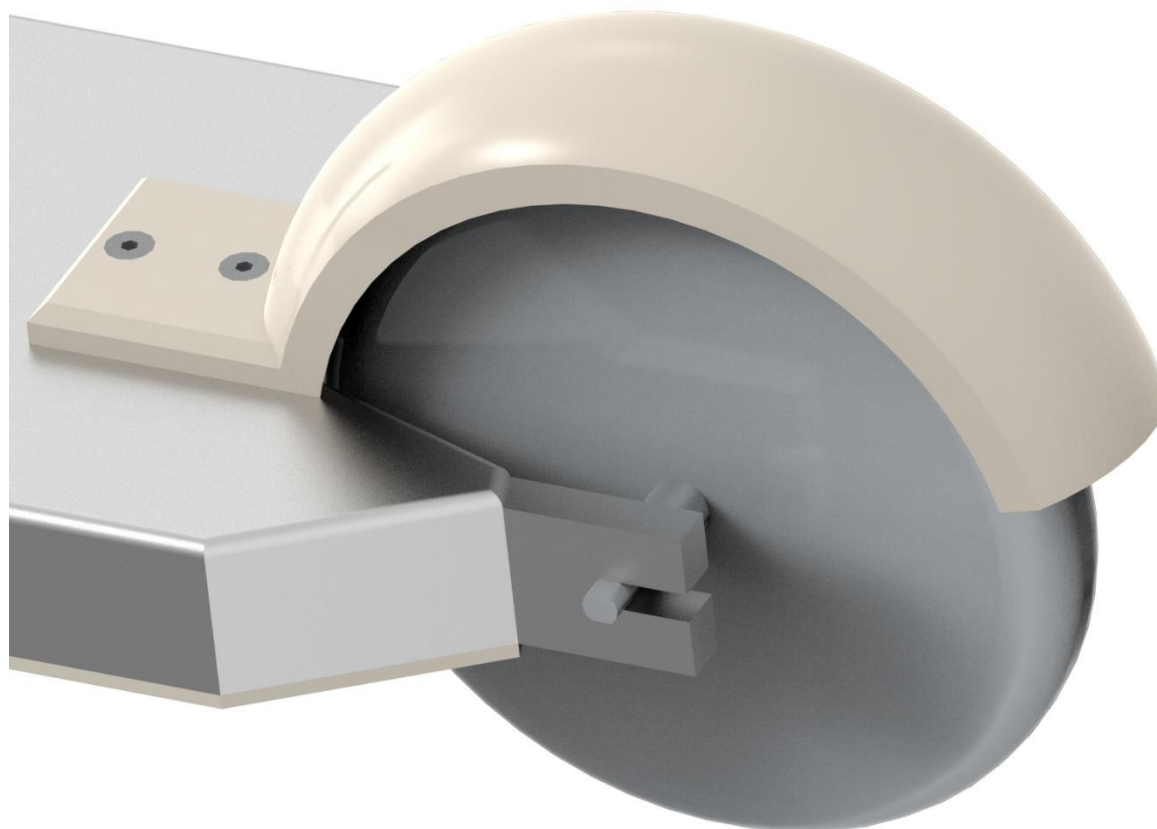
Az első sárvédő és elhelyezkedése

Az első sárvédő anyaga: PVC

Tömege: 130g

Az első sárvédő az első kerék tartó villa erre a célra kialakított furatja és az ábrán látható csavar segítségével lett rögzítve. A szerelés során először a sárvédőt kell felszerelni, ezt követően lehet a kereket a helyére illeszteni. A 41. ábrán csupán az első kerék teszt modellje

látható, amely segítségével méreteztem a sárvédőt és a keréktartó villát. A 42. ábra a hátsó sárvédőt és elhelyezkedését ábrázolja.



42.ábra

A hátsó sárvédő és elhelyezkedése

A hátsó sárvédő anyaga: PVC

Tömege: 484g

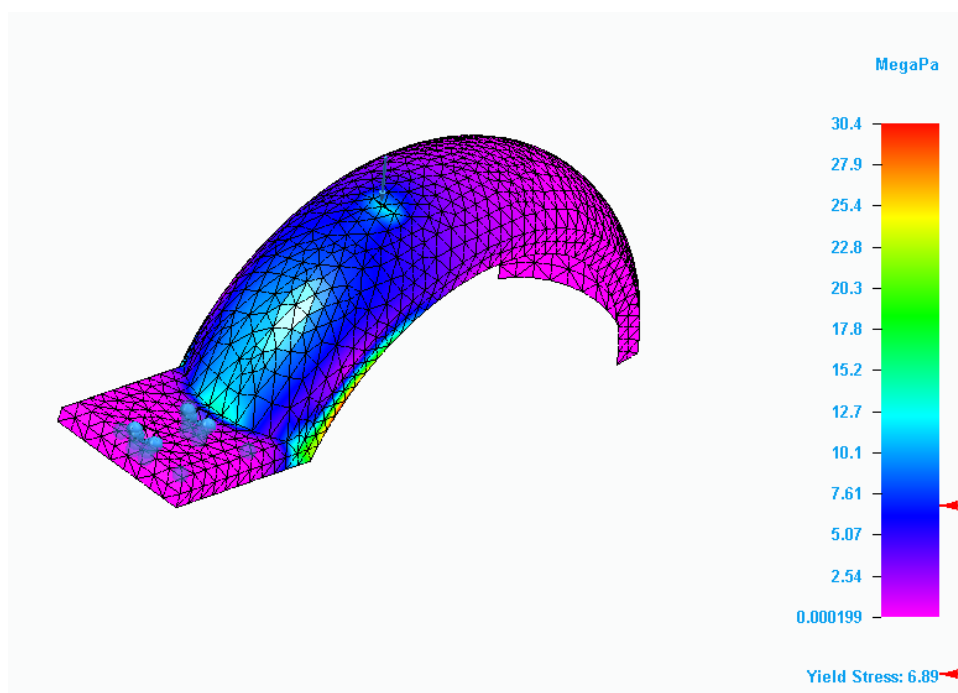
A hátsó sárvédő két darab M8-as csavar segítségével lesz rögzítve a deckre. Ez a sárvédő az első sárvédőhöz képest eléggé robosztus. Ennek az oka az, hogy az első sárvédőnek nincs semmilyen tartási szerepe helyzetéből adódóan. A hátsó sárvédőnek viszont időközönként lehet tartási szerepe, ha a vezető rááll egyik lábával.

### 3.6.2. Sárvédők gyártása

Mindkét sárvédőt önteni a legcélszerűbb és azután elkészíteni a furatokat. Egyedi gyártás esetén a 3D nyomtatás a legjobb megoldás. Esetlegesen el lehet készíteni marással is, de ez nagyon nagy precizitást és sok lépést igényel. Az első sárvédő műhelyrajza megtalálható a mellékletben Első Sárvédő műhelyrajz néven. A hátsó sárvédő műhelyrajza is szintén megtalálható a mellékletben Hátsó Sárvédő néven.

### 3.6.3. Hátsó sárvédő szilárdságtani ellenőrzése

Ugyan nem a rendeltetésszerű használat része a hátsó sárvédőn állva utazni, egyes esetekben előfordulhat hogy rá csúszik a lábunk. A szimulációban 500N-nal terhelem a sárvédőt. A 43. ábra a hátsó sárvédő szilárdságtani szimulációjának eredményét szemlélteti.



43.ábra

A hátsó sárvédő szilárdságtani szimulációjának eredménye

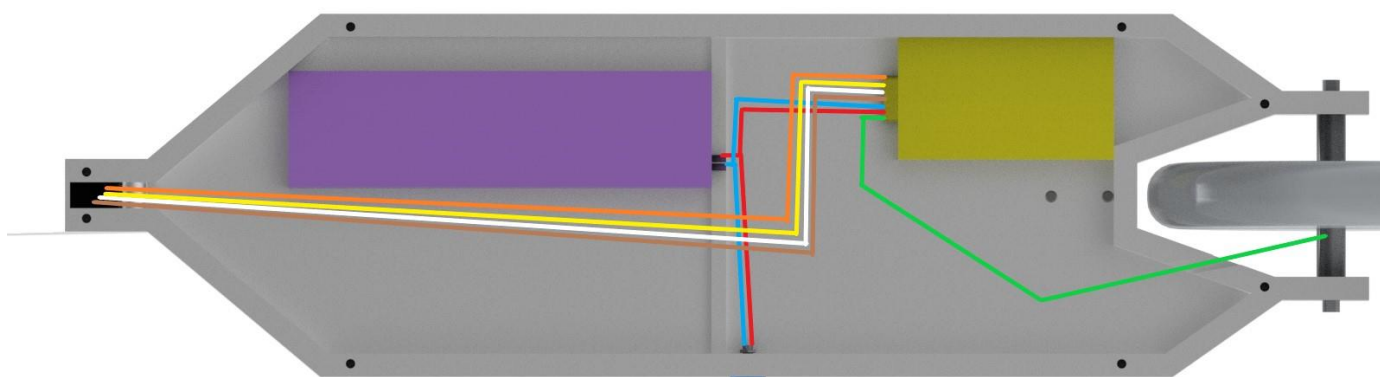
Egy ekkora terhelés hatására meg fog hajolni a sárvédő. Egyszeri terhelés esetén még nem fog problémát okozni, de rendszeres előfordulás esetén előbb utóbb le fog hajolni a sárvédő a hátsó kerékre. Következtetésképp tilos ráállni a hátsó sárvédőre használat közben.

### 3.7. Kábelezés

A roller alkatrészeinek tervezése során fontos szempont volt a kábelevelvetés, amelyet az érintett alkatrészeknél meg is említettem a bemutatásuk során. Ebben a fejezetben bemutatom a kábelek elvezetésének módját.

#### 3.7.1. Első főelem

Az első fék bowdenkábelén kívül minden kábel két fő elemen fog keresztülhaladni. A 44. ábrán az első főelem kábelevelvetési tervét szemléltetem.



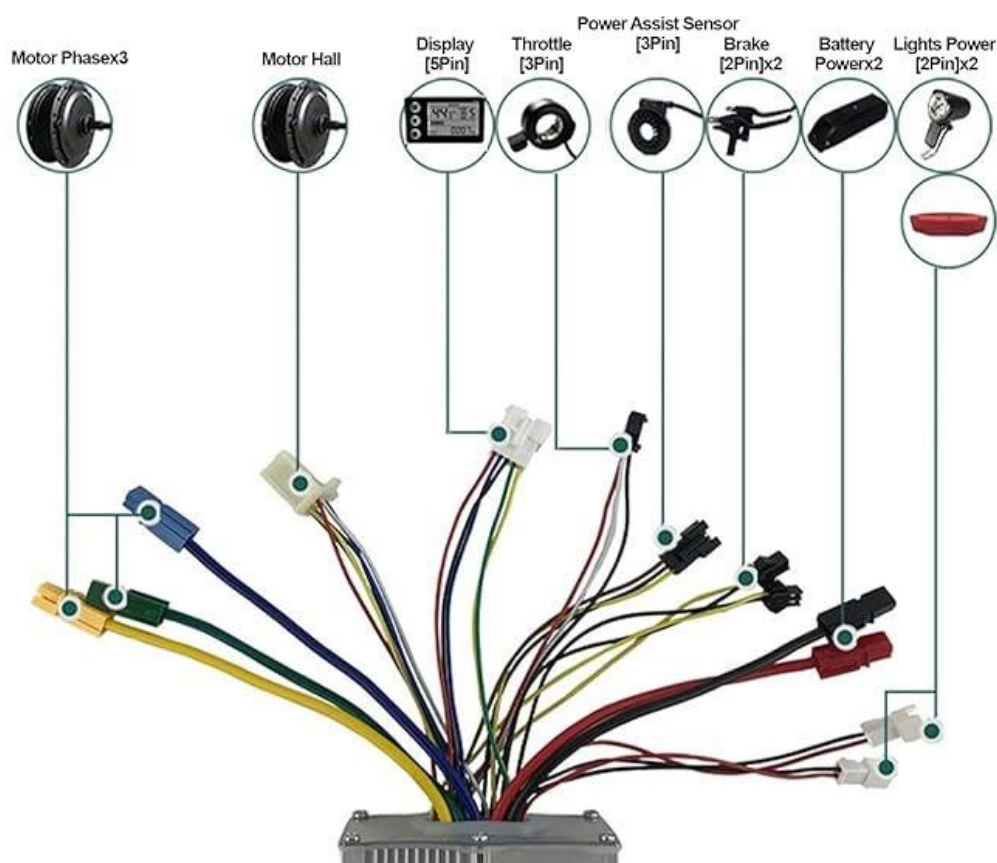
44.ábra

A deck kábelezési terve

A 44. ábrán a sárga test a motorvezérlő egység teszt modelljét ábrázolja, míg a lila test az akkumulátor teszt modelljét. A zöld vonal a HUB motor kábeleit szimbolizálja, amely áll egy hall szenzor jel kötegből, és a benne található 3 tekercs fő energiaellátó kábeleiből. Fontos, hogy a kábel bekötése után a deckre elhelyezett kábelevelvető hornyot töltsük ki valamilyen szigetelő ragasztóval a víz bejutásának megelőzése érdekében. A piros vonal a pozitív, míg a kék vonal a negatív vezetékét ábrázolja az akkumulátorcsomagnak. A narancssárga vonal a motorvezérlő kijelzőjéhez tartozik, amely öt darab kábelt tartalmaz összefűzve. A sárga vonal



a hüvelykujjas gázkarhoz tartozó kábelköteget szimbolizálja. Ebben a kötegben három kábel található. A fehér vonal az első lámpa vezetékét szemlélteti. A barna vonal pedig a fékkarok vezetékeit szimbolizálja, amelyek a regeneratív fékezést teszik lehetővé. A motorvezérlő bekötését a 45. ábra alapján végeztem el.



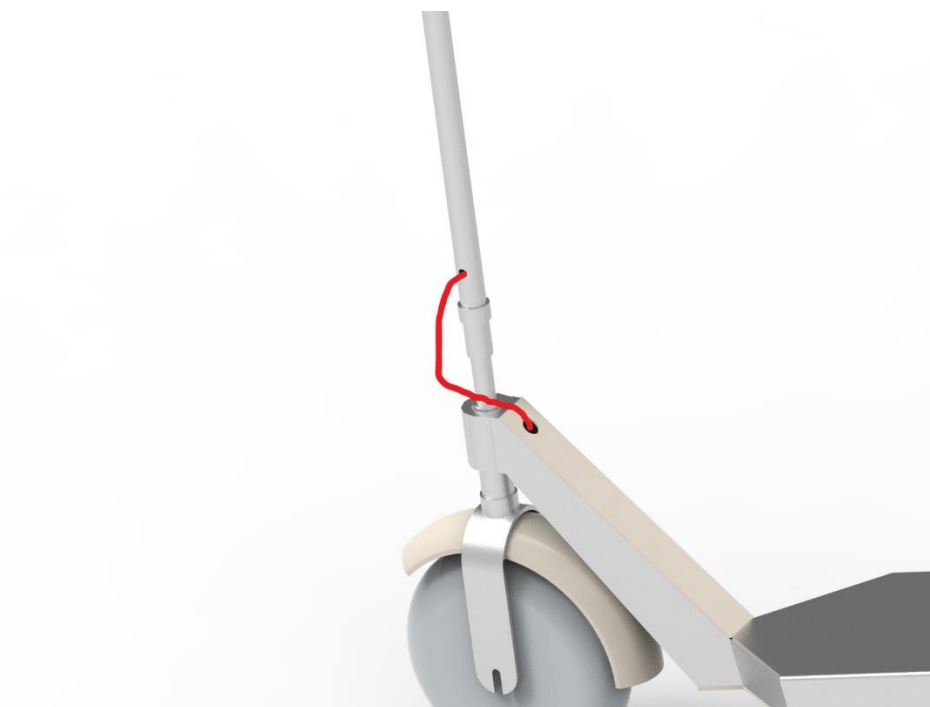
45.ábra

A motorvezérlő bekötési terve (forrás: amazon.com)

A bekötés során nem használtam fel a következő csatlakozókat: A hátsó lámpa csatlakozója, erőrásegítő csatlakozó (mivel ez a motorvezérlő egység elektromos kerékpárokkal is kompatibilis ezért van benne egy tekerés érzékelő szenzor csatlakozási pont is).

### 3.7.2. Második főelem

A második főelem a kormány lesz. A kormányba a 44. ábrán a deck bal felét elérő vezetékek fognak továbbmenni, illetve az első dobfék bowden kábele. A deckből a kormányba egy zsugorcson keresztül fognak a kábelek továbbmenni. A 46. ábra a zsugorcső elhelyezkedését ábrázolja.



46.ábra

A zsugorcső elhelyezkedése

A 46. ábrán a zsugorcsovet pirossal jelöltem. Célszerű egy kicsit hosszabbra készíteni a vezetéket, hogy a kormány elfordulása közben ne feszüljön, hosszú távon ne szakadjon el. A bowden kábel a keréktől a kormányom lévő kábelvezető lyukig a keréktartó villán fog végig menni. A kormánycső belsejében célszerű szintén egy kis vezeték többletet hagyni a kormány állíthatóság miatt. A kábelek a kormányból a 16. ábrán piros körrel jelölt kábelkivezető lyukakból fognak kilépni a vezérlő eszközökhöz. Fontos hogy a kábelek bekötését követően valamilyen szigetelő ragasztóval zárjuk le a nyílásokat.

### 3.8. Motorvezérlő és akkumulátor csomag rögzítése

Mindkét eszköz elhelyezése során fontos szempont, hogy ne érje víz az eszközt, és hogy a rögzítés helye jó hőelvezetési képességgel rendelkezzen. Ebben a fejezetben bemutatom mi alapján végeztem el az eszközök rögzítését.

#### 3.8.1. Motorvezérlő egység rögzítése

A motorvezérlő egység elhelyezkedése megtalálható a 44. ábrán. Az egységet sárga színnel jelöltem. Az egység hővezető ragasztással kerül rögzítésre a deckhez. Mivel a deck alumínium része lényegében egy túlméretezett hűtőborda, ezért felesleges a hőelvezetési számítást végezni. A motorvezérlő egység szabad levegőn sem melegedne túl a leírása alapján, így egy ekkora hűtőbordával pedig biztosan nem fog. A maradék részt a fedőlap és a motorvezérlő egység között egy habszivacs lappal fogjuk elválasztani. Ennek szerepe az lesz, hogy ne minden rezgést a ragasztás vegyen fel, mivel ez gyengítené a kapcsolatot. A 47. ábra a választott ragasztószalagot szemlélteti.



47.ábra

A választott ragasztószalag (forrás: jet.hu)

A választott kétoldalú ragasztószalag nagy mechanikai szilárdsággal rendelkezik, és nagyon jó tapadást biztosít az alacsony felületi energiájú porózus anyagokhoz. Ütés- és rezgésálló is. A szalagot általában LED szalagok rögzítésére szokták alkalmazni, viszont számunkra is megfelelő lesz.

### 3.8.2. Akkumulátor csomag rögzítése

Az akkumulátor csomag rögzítése ugyanúgy fog történni, ahogy a motorvezérlő egységé. Az akkumulátor csomag elhelyezkedése megtekinthető a 44. ábrán. Az elemet lila színnel jelöltem. Az akkumulátor csomag hőelvezetése is megfelelő lesz a hővezető ragasztószalagnak és az alumínium váznak köszönhetően, továbbá a BMS rendelkezik egy hőmérő szenzorral, ami érzékeli a veszélyes túlmelegedést és megszakítja az áramkört.[17]

## 3.9. Világítás

A mindennapi használat során elengedhetetlen a világítás a láthatóság és a megfelelő látás miatt.[18] Ebben a fejezetben bemutatom a kiválasztott lámpákat és bekötésüket.

### 3.9.1. Első lámpa

Az első lámpa egy 6V-ról üzemelő dinamóval is kompatibilis lámpa lesz, ami megtekinthető a 48. ábrán.



48.ábra

A választott első lámpa (forrás: kerekparguru.hu)

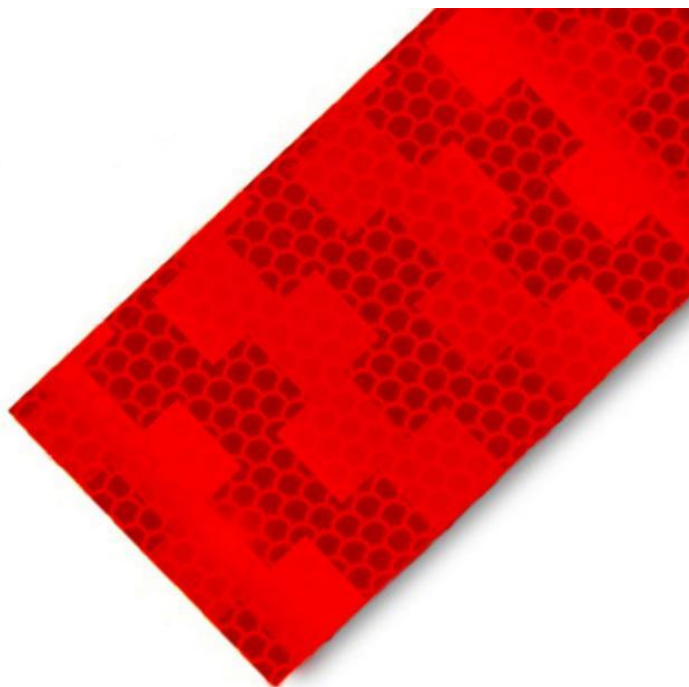
---

A lámpa típusa: **Axa LÁMPA ELSŐ DINAMÓS ECHO30 AXA ON/OFF AM**

A lámpa rögzítése egy speciális pánttal fog történni, ami részét képezi a csomagnak. Az energiaellátást a motorvezérlő egység fogja szolgáltatni az akkumulátor közreműködésével.

### 3.9.2. Hátsó fényvisszaverő

Mivel az első lámpa nagyon nagy fényforrás, és van rajta oldalra világító funkció is, ezért a közlekedőt messziről észre lehet venni, tehát teljesül a láthatóság közlekedési feltétele. Ettől függetlenül célszerű valami piros fényvisszaverővel ellátni a rollert a jobb láthatóság érdekében. A 49. ábra a választott fényvisszaverő szalagot szemlélteti.



49.ábra

A választott fényvisszaverő szalag (forrás: [convoy.hu](http://convoy.hu))

A választott termék: **3M™ Diamond Grade™ Fényvisszaverő**

A szalag a hátsó sárvédőre lesz felragasztva. Esetlegesen célszerű lehet a Deck oldalára is ragasztani a még jobb láthatóság érdekében.

### 3.10. Deck állófelülete

A tiszta alumínium csúszós lehet vizes környezetben, ezért mindenképp szükséges valamilyen kiegészítés a megfelelő tapadás biztosítása érdekében.

#### 3.10.1. Megoldás bemutatása

Véleményem szerint a legcélszerűbb megoldás valamilyen felragasztható fólia lesz. Ennek nagy előnye, hogy nem fogja gyengíteni a szerkezetet és felhelyezése nem igényel különösebb eszközöket, mellesleg ez egy elég olcsónak mondható megoldás.

#### 3.10.2. Fólia kiválasztása

A legjobb fólia erre a célra az úgynevezett gördeszka grip lesz. Szerencsére az általános tekercs méret pont megfelelő lesz a rollerünkhöz, ami 230x830 mm-es. Az 50. ábra a kiválasztott gördeszka gripet ábrázolja.



50.ábra

A választott gördeszka grip (forrás: dechatlon.hu)

A kiválasztott gördeszka grip: **OXELO GP100**

A felhelyezés első lépése a megfelelő forma kivágásával kezdődik, ezután lehúzzuk a fólia aljáról a védőlapot és felragasztjuk a terméket a roller deck részére.[19]

### 3.11. Kormány kiegészítói

A kormányon fog elhelyezkedni az összes irányító és visszajelző egységünk. Ebben a fejezetben bemutatom ezen elemek elhelyezkedését és kialakítását.

#### 3.11.1. Eszközök ismertetése

A kormányon két darab fékkar, egy LCD kijelző, egy hüvelykujjas gázkar, két markolat, és egy telefontartó fog elhelyezkedni. Az LCD kijelző az 5. ábrán, a hüvelykujjas gázkar a 7. ábrán, a fékkar a 13. ábrán, a telefontartó az 51. ábrán és a markolat pedig a 52. ábrán megtekinthető. A telefontartót és a markolatot ebben a fejezetben ismertetem, a többi eszköz már bemutatásra került az előző fejezetekben.



51.ábra

A választott telefontartó (forrás: elektromos-roller-kerekpar-motor.hu)

A választott termék: **A-002C**

A termék kompatibilis a legtöbb okostelefonnal, fel és leszerelése egyszerű és árban is kedvező.



52.ábra

A választott markolat (forrás: motorosoknak.hu)

A választott markolat lényegében egy csőre tekerhető szalag. Véleményem szerint sokkal jobb fogást biztosít, mivel nem képes elfordulni a csövön, és kedvünkre állíthatjuk be a markolat vastagságát a rétegek feltekerésével.[20]

### 3.11.2. Eszközök elhelyezkedése

Az eszközök elhelyezkedését a 53. ábra szemlélteti. Piros körrel a telefontartó helyét, narancssárga színnel az LCD kijelzőt, fekete színnel pedig a hüvelykujjas gázkart jelöltem.



53.ábra

Az eszközök elhelyezkedése a kormányon



---

## 4. Roller paramétereit

Ebben a fejezetben leírom a roller fontosabb paramétereit, amely információkkal érdemes tisztában lenni a hétköznapi használat során.

- Össztömeg: 21 kilogramm (két akkumulátor esetén 22,5 kilogramm)
- Kormány magasság: 980-1290 mm
- Az állórész hossza: 700 mm
- Akkumulátor kapacitás: 10500 mAh (két akkumulátor esetén 21000 mAh-ra)
- Akkumulátor névleges kapocsfeszültsége: 48V
- Hatótáv: Maximum 40km (két akkumulátor esetén maximum 80 km)
- Töltési idő: 3-4 óra (két akkumulátor esetén 7-8 óra)
- Városi használatra alkalmas
- Lengéscsillapítás: alapvetően nincs, ezt a feladatot a felfújható kerekek látják el
- Terhelhetőség: maximum 150 kg
- Vízállóság: IP54
- Maximum sebesség: 50 km/h
- A kormány lecsukható és állítható

## 5. Gazdasági számítás

Ebben a fejezetben bemutatom a kiválasztott egységek kiskereskedelmi árát, illetve a gyártandó alkatrészek várható költségeit. Végül lépésként pedig elemzem az összköltséget.

### 5.1. Alapanyag és kész egységek költségei

Rollerünk kétféle megvásárlandó termék kategóriából tevődik össze. Nyers anyagból, illetve kész eszközökből vagy más néven kiegészítőkből. Egyedi gyártás során a nyers anyag költségek jelentősen drágábbak, mint tömeggyártás esetén. Ez igaz a kész eszközökre is, viszont kisebb mértékben. A 11. táblázat a felhasznált nyers anyagok árait tartalmazza.

11.táblázat. A felhasznált nyers anyagok költségei egy roller elkészítése során.

| Megnevezés                   | Darab-<br>szám | Méret<br>[mm]       | Felhasználás<br>helye  | értékesítő      | Ár<br>[ft] |
|------------------------------|----------------|---------------------|------------------------|-----------------|------------|
| OEM<br>nikkelezett<br>szalag | 1              | 0,1x8mm<br>10m      | Akkumulátor<br>csomag  | Emag.hu         | 6289       |
| Szigetelő fólia              | 1              | 52x1000             |                        | Milnik store    | 521        |
| Réz kábel piros              | 1              | 4mm <sup>2</sup> 1m |                        | királyvill      | 200        |
| Réz kábel kék                | 1              | 4mm <sup>2</sup> 1m |                        |                 | 200        |
| Alumínium cső                | 1              | 22x2x1200           | Kormány                | 1stchoisemetals | 3300       |
| Alumínium cső                | 1              | 28x22x500           |                        | aliexpress      | 5000       |
| Alumínium rúd                | 1              | 24x100              |                        | ebay            | 2605       |
| Acél rúd                     | 1              | 10x250              | Kormány                | metalmankauk    | 3000       |
| Alumínium rúd                | 1              | 30x300              | lehajtó<br>mechanizmus | ebay            | 4764       |
| Alumínium cső                | 1              | 34x22x300           |                        | ebay            | 4500       |
| Alumínium rúd                | 1              | 40x100              | Első keréktartó        | ebay            | 4500       |
| Alumínium lap                | 1              | 5x50x500            | villa                  | ebay            | 10000      |
| Alumínium lap                | 2              | 16x178x1m           | Deck                   | ebay            | 100000     |
| Alumínium cső                | 1              | 55x20x200           |                        | ebay            | 7000       |
| Alumínium rúd                | 1              | 20x100              |                        | ebay            | 2000       |
| Alumínium lap                | 1              | 5x300x1m            |                        | vasaruhaz       | 20000      |
| Alumínium lap                | 1              | 3x100x400           |                        | conrad          | 3000       |
| PVC lap                      | 1              | 3x400x1m            |                        | aplast          | 5000       |
| Poliuretán rúd               | 1              | 25x100              |                        | fruugo          | 1000       |

|         |  |       |          |            |      |
|---------|--|-------|----------|------------|------|
| PVC rúd |  | 30x1m | Sárvédők | ipararuhaz | 6000 |
|---------|--|-------|----------|------------|------|

189.000 Ft a végösszege a nyersanyagoknak egy darab roller megépítése esetén. Ez az összeg tömeggyártás esetén jócskán a harmadára is képes lecsökkenni, a kevesebb maradék és a nagykeráraknak köszönhetően. A 11. táblázat kiskereskedelmi árakat tartalmaz. A 12. táblázat a készen megvásárolható egységek árait tartalmazza.

*12. táblázat. A kész egységek költsége egy roller megépítése esetén.*

| Megnevezés           | Darabszám    | Értékesítő    | Ár [Ft]            |
|----------------------|--------------|---------------|--------------------|
| HUB motor            | 1            | amazon        | 70000              |
| HUB Motorvezérlő     | 1            | amazon        | 33000              |
| Hüvelykujjas gázkar  | 1            | amazon        | 3500               |
| Kormány csapágó      | 2            | onlinecsapagy | 700                |
| Első kerék           | 1            | amazon        | 20000              |
| Akkumulátor          | 39 (vagy 78) | elemnagyker   | 49569 (vagy 99138) |
| BMS                  | 1 (vagy 2)   | variometrum   | 16000 (vagy 36000) |
| Fékkar               | 2            | amazon        | 5000               |
| Bowden kábel         | 1            | bikepro       | 1110               |
| Akkumulátor töltő    | 1            | amazon        | 10000              |
| Female powerjack     | 1            | Aliexpress    | 853                |
| Csőbilincs           | 1            | amazon        | 3500               |
| M8x20 csavar         | 11           | umakov        | 800                |
| Első lámpa           | 1            | kereparguru   | 9680               |
| Fényvisszaverő fólia | 1            | convoy        | 780                |
| Gördeszka grip       | 1            | Dechatlon     | 2500               |

|                            |                     |                  |      |
|----------------------------|---------------------|------------------|------|
| Markolat                   | 2                   | motorosoknak     | 1157 |
| Telefontartó               | 1                   | Roller-alkatresz | 2200 |
| Szilikon ragasztó          | 1                   | ANRO             | 2190 |
| Gumigyűrű                  | 2 (a szett 50db-os) | Amazon           | 1000 |
| Hővezető<br>ragasztószalag | 1                   | jet              | 3000 |

A kész egységek végösszege 236.000 Ft lett a kiskereskedelmi árakkal számolva. A két akkumulátorral rendelkező roller esetén pedig 302.000 Ft. Ez az összeg is lényegesen csökken, ha tömeggyártásra kerül sor.

## 5.2. Gyártási és szerelési költségek

Gyártás során a gépek energia költsége mérvadó lesz, továbbá a hegesztés során felhasznált huzal is költséges lehet. Ez az összeg sajnos nagyon nagy mértékben változhat egyedi és tömeggyártásban egyaránt, ezért ennek a költségeit csak becsülni tudom. Becslésem szerint további 100EFt-al lehet számolni gyártási költségek gyanánt.

## 5.3. Roller összköltségének elemzése

Egyedi gyártás során az egy akkumulátoros roller 525.000 forintba, míg a két akkumulátoros kivitel 591.000 forintba fog kerülni, ha a tervezés költségeit figyelmen kívül hagyjuk. Ez a költség a piacon kapható rollerek árából kiindulva reális. Természetesen a forgalomban lévő rollerek egyelőre sokkal költséghatékonyabbak. Tömeggyártás esetén viszont helyt állna a piacon ár érték arányban. A 13. táblázat az összes költséget tartalmazza.

13. táblázat. A prototípus roller összes költsége.

| Megnevezés        | Ár [Ft]                    |
|-------------------|----------------------------|
| Nyersanyagok      | 189.000                    |
| Kész egységek     | 236.000-302.000            |
| Gyártási költség  | 100.000                    |
| Tervezési költség | 800.000                    |
| <b>Összesen</b>   | <b>1.325.000-1.391.000</b> |

#### 5.4. Tervezési költség megtérülése tömeggyártás esetén

Feltételezzük, hogy tömeggyártás esetén a roller alapanyag és gyártási költségei a harmadára esnek. Ez esetben az egy akkumulátoros roller elkészítése 175.000 forintba, míg a két akkumulátoros 197.000 forintba fog kerülni.

A piacon a hasonló teljesítményű és lényegesen nehezebb rollerek 400.000 forint körül mozognak. Ezen rollerek akkumulátor kapacitása és nominális feszültsége megegyezik az általunk tervezett két akkumulátoros rollerével. Piaci árakból kiindulva a két akkumulátoros rollert 350.000 forintért, míg az egy akkumulátoros társát 315.000 forintért lehetne értékesíteni. Az említett árak nagykereskedelmi áraknak felelnek meg.

Tehát egy termék nyeresége az egy akkumulátoros roller esetén 140.000 forint, míg a két akkumulátoros esetén 153.000 forint lesz. Mindkét kialakítás esetén hat darab roller eladása szükséges a tervezési költségek megtérüléséhez. A vállalkozás, vagy vállalat eredménye csak az e feletti eladásszám esetén lesz pozitív.

A valóságban ez a szám magasabb lesz, mivel a számításom sok szempontot nem érint, amik a szakterületemen kívül esnek, mint például a marketing költségek.

---

## 6. Összefoglalás

A roller tervezése megkezdése előtt számos szakirodalmi cikket, témával kapcsolatos ismeretterjesztő videót néztem meg a kisméretű elektromos járművekkel kapcsolatban.

A tervezést a kész egységek kiválasztásával kezdtem. Egyes egységeknél (mint például a motor) szükséges volt a célnak megfelelő technológiák áttekintése és összehasonlítása a lehető legoptimálisabb kialakítás elérése végett.

A kész egységek kiválasztását követően megterveztem a roller vázát, figyelembe véve a roller össztömegét, és a gyártás során keletkező hulladék mennyiségét. Ezt követően elvégeztem az elemek szilárdságtani ellenőrzését.

A szilárdságtani ellenőrzést követően megterveztem az akkumulátor csomagot úgy, hogy az a megfelelő nominális feszültséget képes legyen szolgáltatni a motorvezérlőnek. Ezen felül szempont volt az egység elhelyezhetősége, és a kapacitása. Figyelembe véve az igényeket, úgy terveztem meg az akkumulátor csomagot, hogy esetlegesen két darab is elférjen a roller testében a maximálisan megtehető kilométerek megnövelésének érdekében.

Az akkumulátor csomag megtervezését követően megterveztem a kábelezést, és kiválasztottam még pár készen megvásárolható egységet, mint például a lámpa vagy a markolat.

Végül pedig elvégeztem a roller gyártásával kapcsolatos elengedhetetlen gazdasági számításokat.

A roller tervezése során ügyeltem arra, hogy az eszköz alkalmas legyen tömeg és egyedi gyártásra is. Ha esetlegesen befutna a termék és megnőne a kereslet célszerű lenne továbbfejleszteni tömeggyártásra optimalizálva. Ez esetben célszerű lenne a Deckert kovácsolással megmunkálni hegesztés helyett. Továbbá célszerű lenne saját motorvezérlőt és HUB motort fejleszteni a rollerhez a gyártási költségek további csökkentése érdekében.

A tervezett roller teljesíti a bevezetésben megfogalmazott célokat.

## 7. Summary

Before starting to design the scooter, I looked at several articles and educational videos on the subject of small electric vehicles.

I started the design by selecting the ready-made units. For some units (such as the motor) it was necessary to review and compare technologies to achieve the most optimal design.

Once the finished units were selected, I designed the frame of the scooter, taking into account the total weight of the scooter and the amount of waste generated during production. I then carried out a strength check of the elements.

After the strength check, I designed the battery pack to be able to supply the correct nominal voltage to the motor controller. Other considerations were the placement of the unit and its capacity. Taking into account the requirements, I designed the battery pack to accommodate possibly two batteries in the body of the scooter to increase the maximum mileage.

After designing the battery pack, I planned the wiring and selected a few other ready-to-purchase items, such as the lamp or the grip.

Finally, I made the essential economic calculations for the production of the scooter.

When designing the scooter, I made sure that the device was suitable for both mass and custom production. If the product were to become successful and demand increased, it would be advisable to develop it further and optimise it for mass production. In this case it would be advisable to machine the deck by forging instead of welding. Furthermore, it would be advisable to develop a proprietary motor controller and HUB motor for the scooter to further reduce production costs.

The designed scooter meets the objectives set out in the introduction.

## NYILATKOZAT

Alulírott Morvai Attila János, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Mechatronikai mérnöki szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2023 év 11 hó 06 nap

Morvai Attila János

Hallgató

## NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2023 év 11 hó 06 nap

[Handwritten Signature]

Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!



---

## 9. Irodalomjegyzék

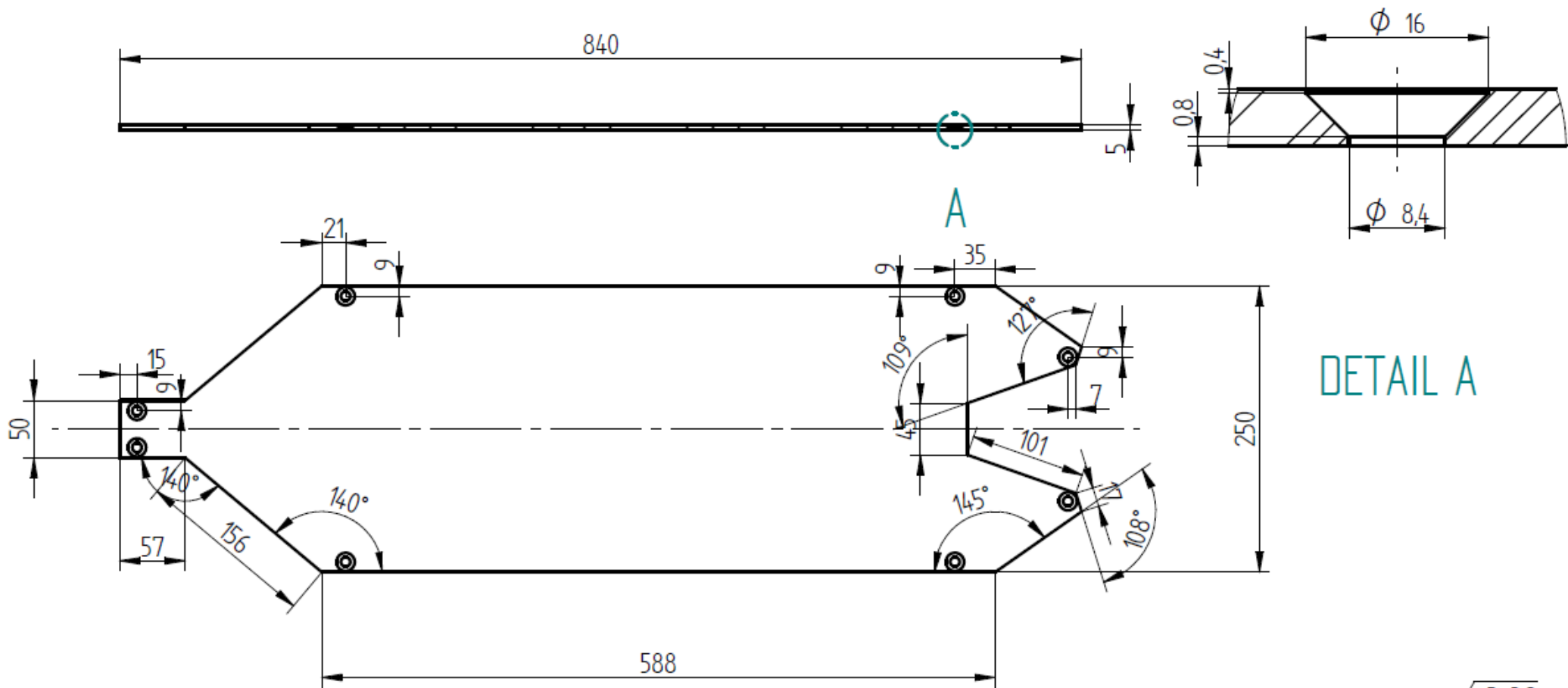
- [1] „Grabcad battery,” [Online]. Available: <https://grabcad.com/library/li-ion-battery-7>.
- [2] SKF, „SKF csapágó,” [Online]. Available: <https://www.skf.com/hu/productinfo/productid-51104>. [Hozzáférés dátuma: 02 10 2023].
- [3] EV\_Customs, „Youtube,” 2020. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=OwSeiYFs9hw>. [Hozzáférés dátuma: 03 10 2023].
- [4] Henkel, „patex.hu,” [Online]. Available: [https://dm.henkel-dam.com/is/content/henkel/1437621\\_Pattex\\_Super\\_Fix\\_TI\\_lap](https://dm.henkel-dam.com/is/content/henkel/1437621_Pattex_Super_Fix_TI_lap). [Hozzáférés dátuma: 10 10 2023].
- [5] L. munkacsoport, „levego.hu,” [Online]. Available: <https://www.levego.hu/kapcsolodo-anyagok/mitol-lesz-fenntarthato-a-varosi-kozlekedes/>. [Hozzáférés dátuma: 11 10 2023].
- [6] P. Béla, „Így szabadulnának meg az európai nagyvárosok az autóktól,” *autopro.hu*, 2022.
- [7] P. Attila, „Az elektromos roller, a nagyvárosi kedvenc,” *elektrorider*, 2019.
- [8] stefanv, „How Electric Motors Work,” *stefanv.com*, 2002.
- [9] Addmotor, „The complete guide to an electric bike hub motor,” *Addmotor*, 2022.
- [10] J. Frisby, „Electric Scooter Batteries: A Beginner’s Guide,” *Electric scooter Insider*, 2023.
- [11] M. D. P. Emilio, „Battery Management Systems for Electric Scooters,” *EE/Times*, 2021.
- [12] T. L. Childree, „What is a Bowden Cable?,” *wikimotors*, 2023.
- [13] M. Patrick, „How to Control Brushless DC Motors,” *EEPower*, 2023.

- 
- [14] R. G. Ebikes, „ELECTRIC BIKE THROTTLES: TWIST VS THUMB - WHICH IS BEST?,” *Really Good Ebikes*, 2019.
- [15] TechTonions, „The DC Power Jack Connector: What It Is and How It Works,” *TechTonions*, 2023.
- [16] hegessz.hu, „Mindent a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztésről (MIG/MAG hegesztés),” *hegessz.hu*, 2022.
- [17] P. Prof. Dr. Luisa F. Cabeza, „Journal of Energy Storage,” *ScienceDirect*, 2023.
- [18] P. Somerville, „Riding At Night: Electric Scooter Lights,” *Rider Guide*, 2019.
- [19] T. S. Network, „Skateboard Grip Tape: Materials and Application Techniques,” *The Supply Network*, 2023.
- [20] B. Writer, „Using Bar Tape Instead of Grips (Pros and Cons Compared),” *Brainy Biker*, 2023.

## 10. Mellékletek

A műhelyrajzok sorrendje:

1. Alsó fedőlap
2. Első sárvédő
3. Hátsó sárvédő
4. Kábelcsatorna fedőlap
5. Kormány2
6. PowerJack csatlakozó kupak
7. Lehajtó1
8. Kormány4
9. Lehajtó2
10. Lehajtó3
11. Deck
12. Keréktartó Villa
13. Kormány1

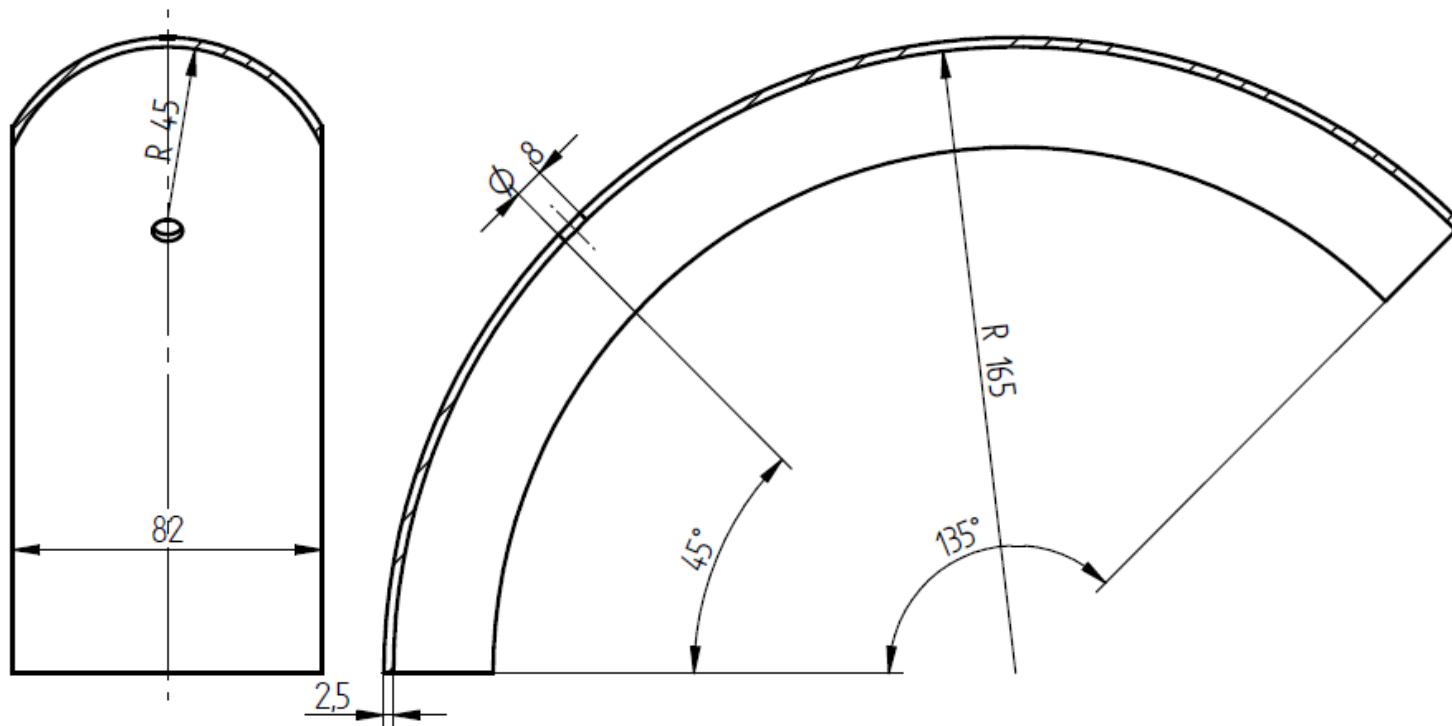


DETAIL A

Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{\text{Ra}3,2}$

|                                       |                            |                       |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János    |                            | Neptun Kód:<br>TWVOHA |
| Dátum:<br>2023.11.07                  | M. a.:<br>15               | Anyag:<br>PVC         |
| Intézmény:<br>MATE<br>Műszaki Intézet | Elnevezés:<br>Alsó fedőlap |                       |

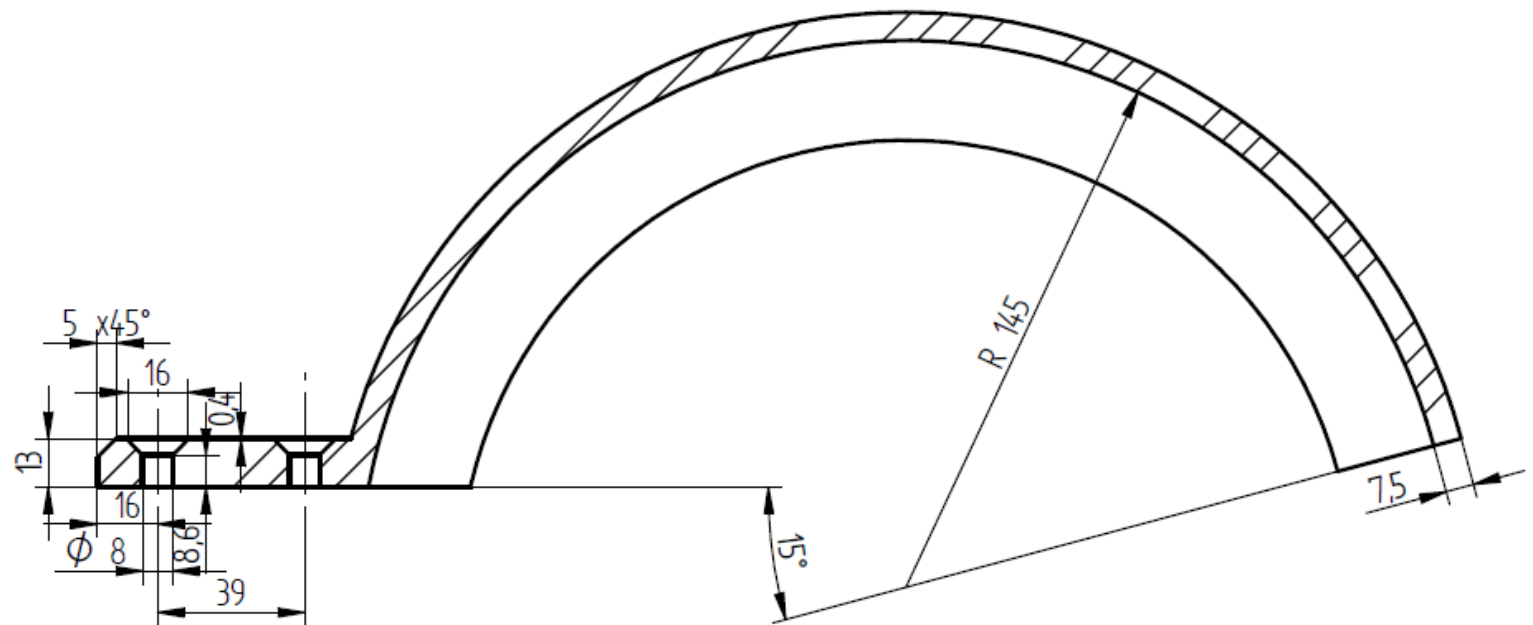
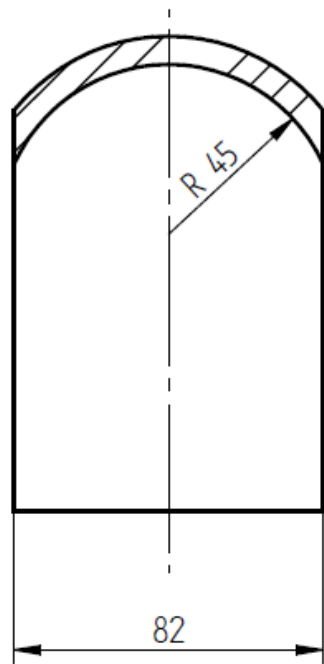
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{\text{Ra}3,2}$

|                                       |                            |                       |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János    |                            | Neptun Kód:<br>TWVOHA |
| Dátum:<br>2023.11.07                  | M. a.:<br>1:2              | Anyag:<br>PVC         |
| Intézmény:<br>MATE<br>Műszaki Intézet | Elnevezés:<br>Első Sárvédő |                       |

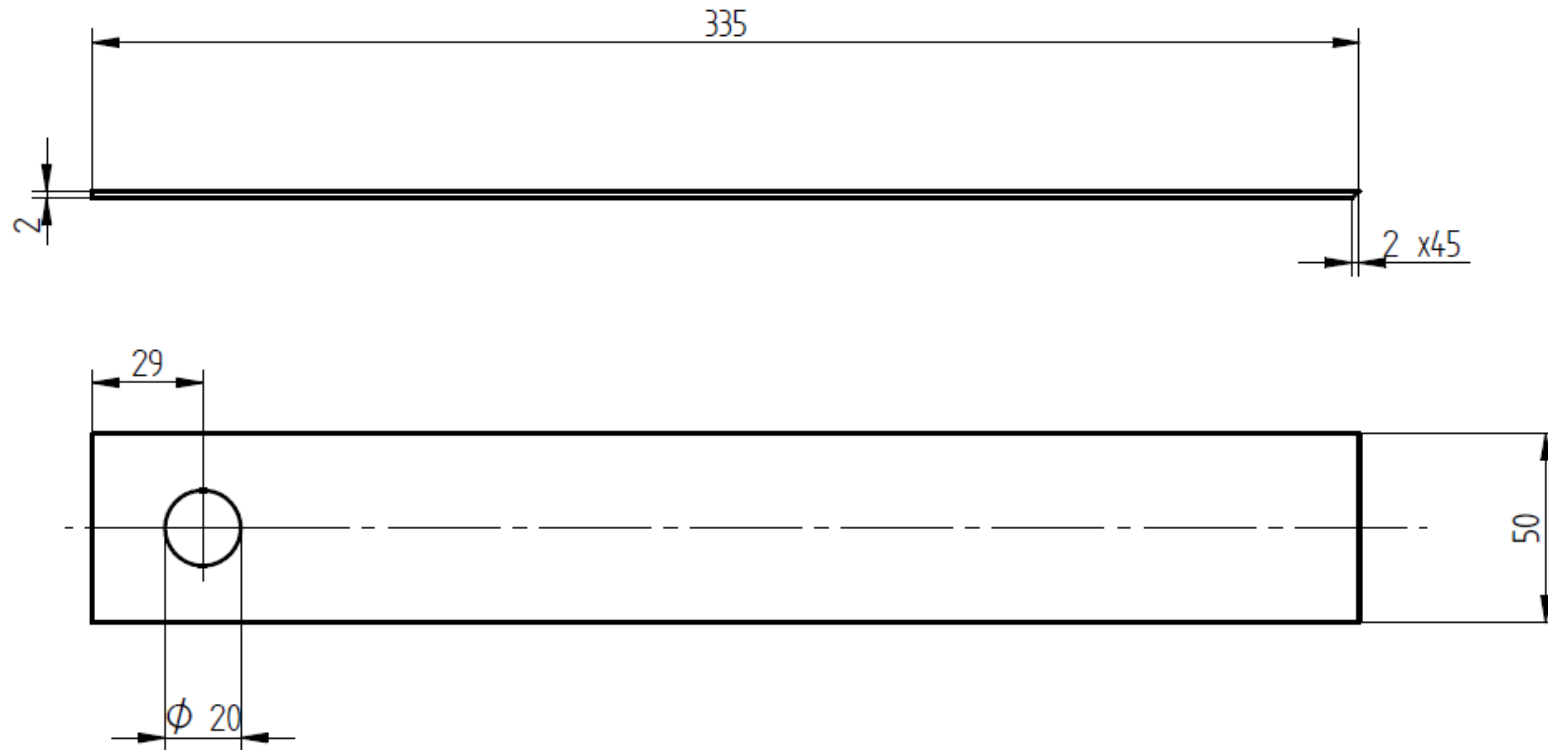
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3,2}$

|                                      |                             |                       |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János   |                             | Neptun Kód:<br>TWVOHA |
| Dátum:<br>2023.11.07                 | M. a.:<br>1:2               | Anyag:<br>PVC         |
| Intézmény<br>MATE<br>Műszaki Intézet | Elnevezés:<br>Hátsó sárvédő |                       |

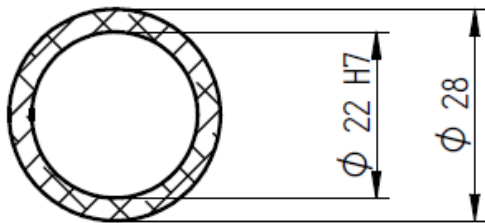
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



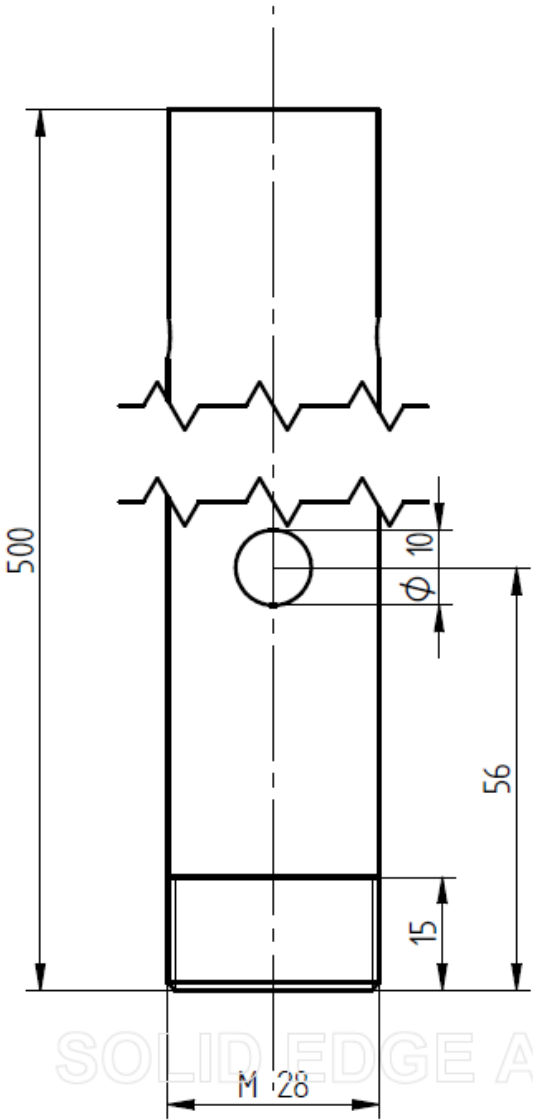
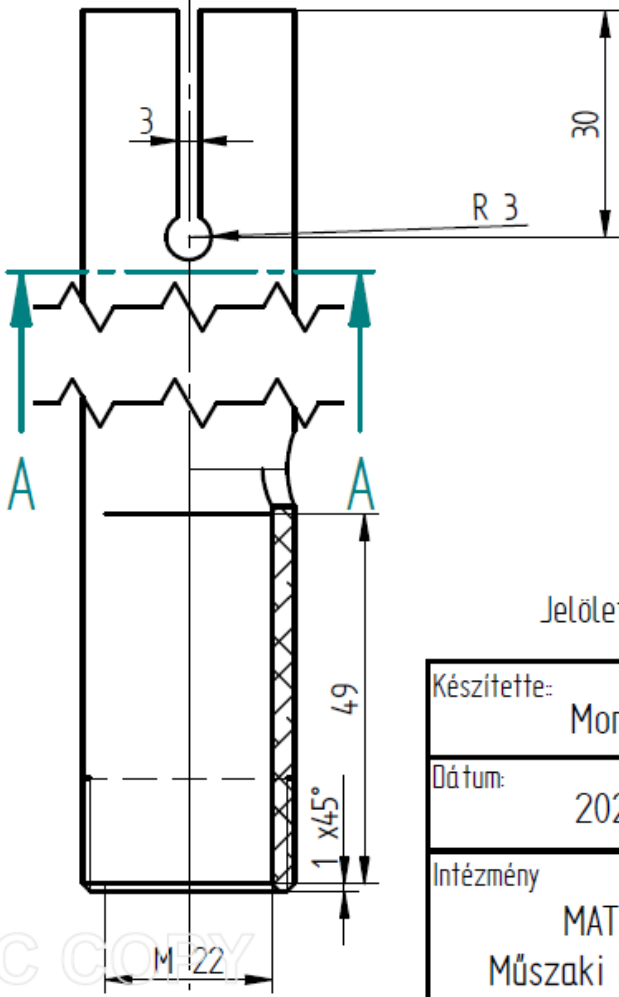
Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{\text{Ra}3,2}$

|                                      |               |                                     |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János   |               | Neptun Kód:<br>TWVOHA               |
| Dátum:<br>2023.11.07                 | M. a.:<br>1:2 | Anyag:<br>PVC                       |
| Intézmény<br>MATE<br>Műszaki Intézet |               | Elnevezés:<br>Kábelcsatorna fedőlap |

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



SECTION A-A

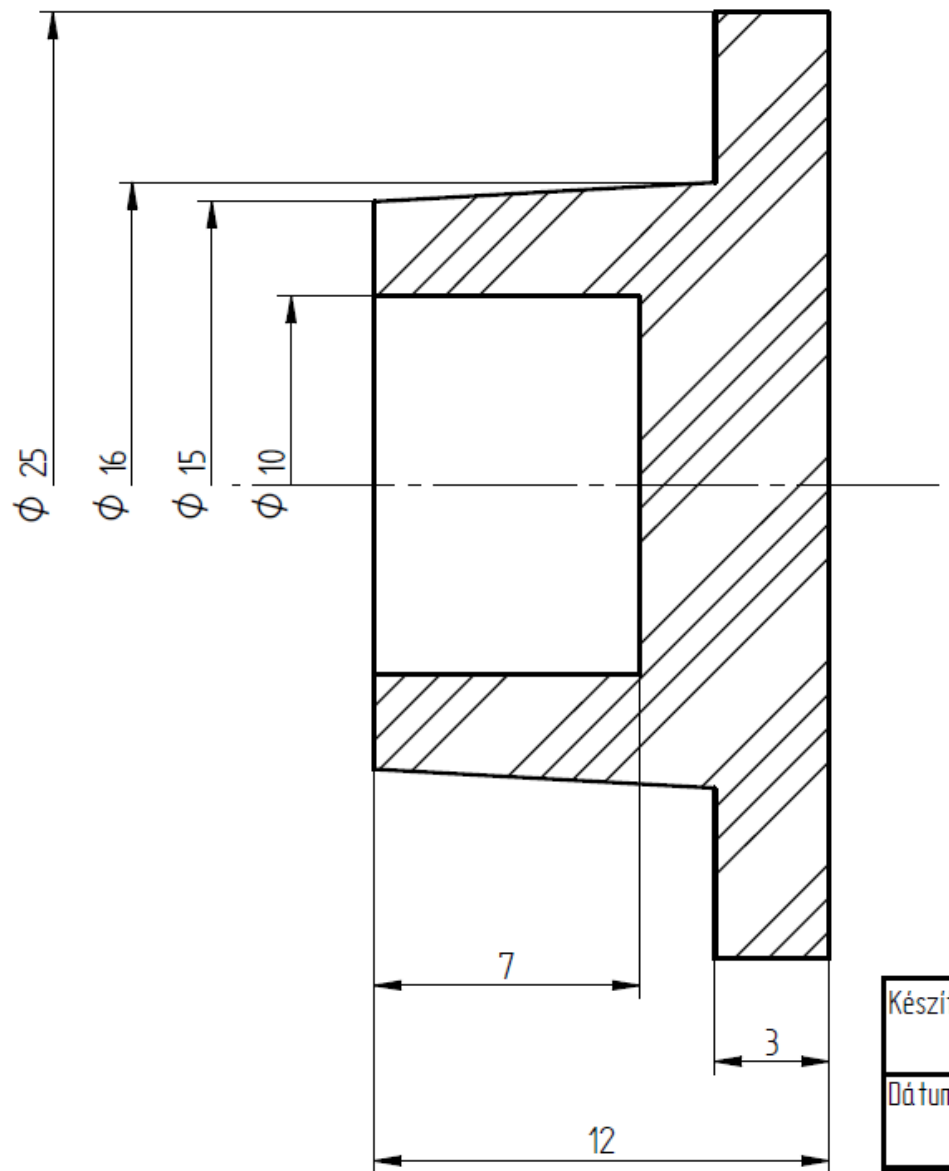


Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3,2}$

|                                       |               |                             |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János    |               | Neptun Kód:<br>TwVOHA       |
| Dátum:<br>2023.11.07                  | M. a.:<br>1:1 | Anyag:<br>Alumínium-6061 T6 |
| Intézmény:<br>MATE<br>Műszaki Intézet |               | Elnevezés:<br>Kormány2      |

SOLIDEDGE ACADEMIC COPY

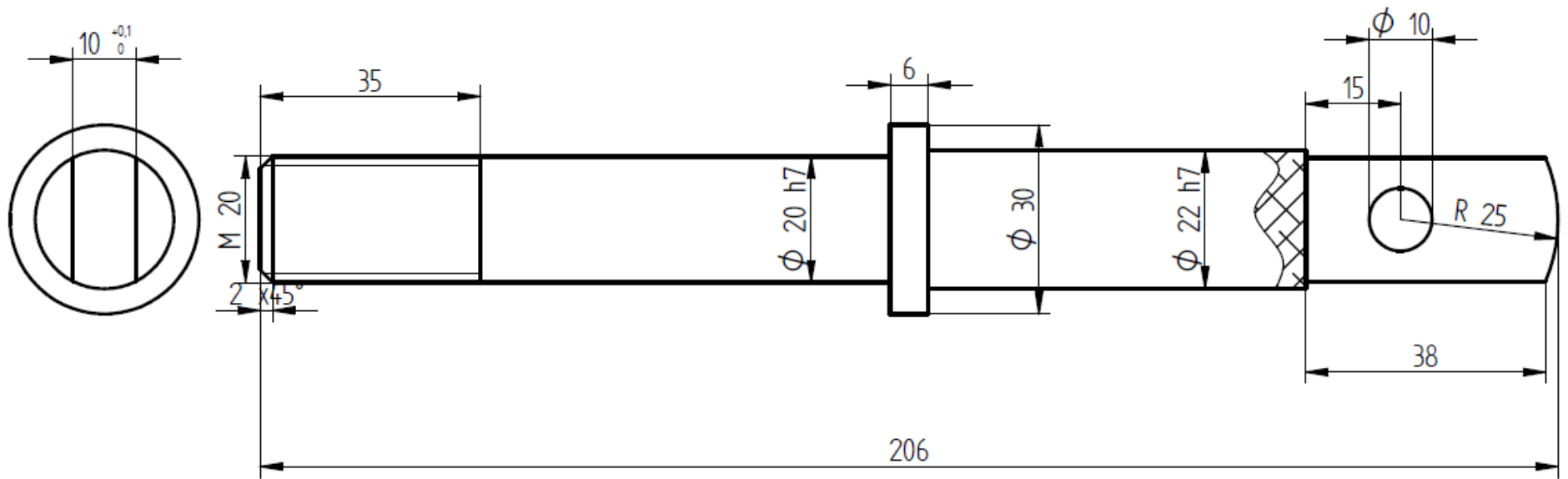




Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3,2}$

|                                       |               |  |
|---------------------------------------|---------------|--|
| Készítette:<br>Morvai Attila János    |               | Neptun Kód:<br>TWVOHA                    |
| Dátum:<br>2023.11.07                  | M. a.:<br>5:1 | Anyag:<br>Poliuretán                     |
| Intézmény:<br>MATE<br>Műszaki Intézet |               | Elnevezés:<br>PowerJack csatlakozó kupak |

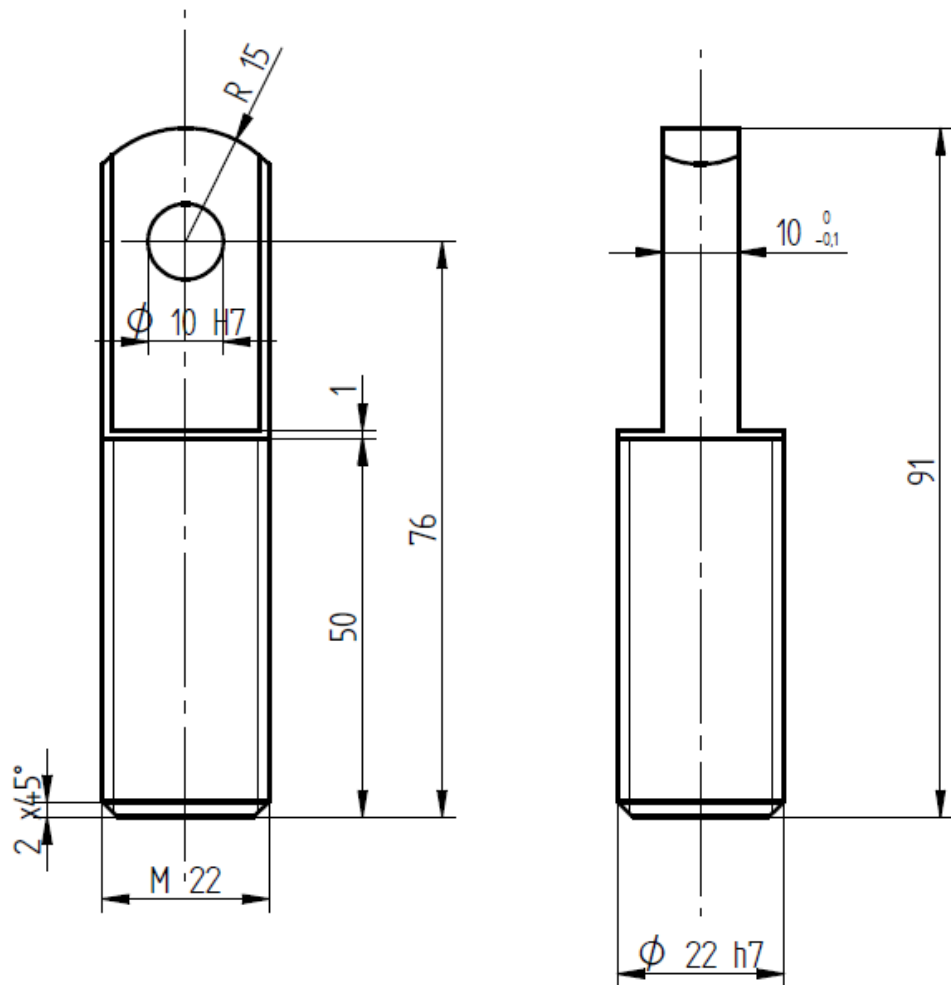
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3,2}$

|                                      |                       |                             |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János   |                       | Neptun Kód:<br>TWV0HA       |
| Dátum:<br>2023.11.07                 | M. a.:<br>1:1         | Anyag:<br>Alumínium-6061 T6 |
| Intézmény<br>MATE<br>Műszaki Intézet | Elnevezés:<br>Lehajtó |                             |

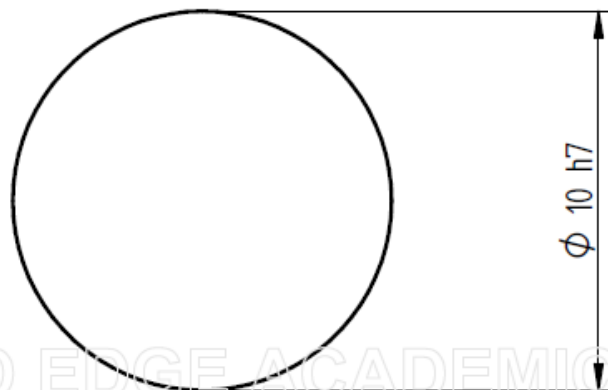
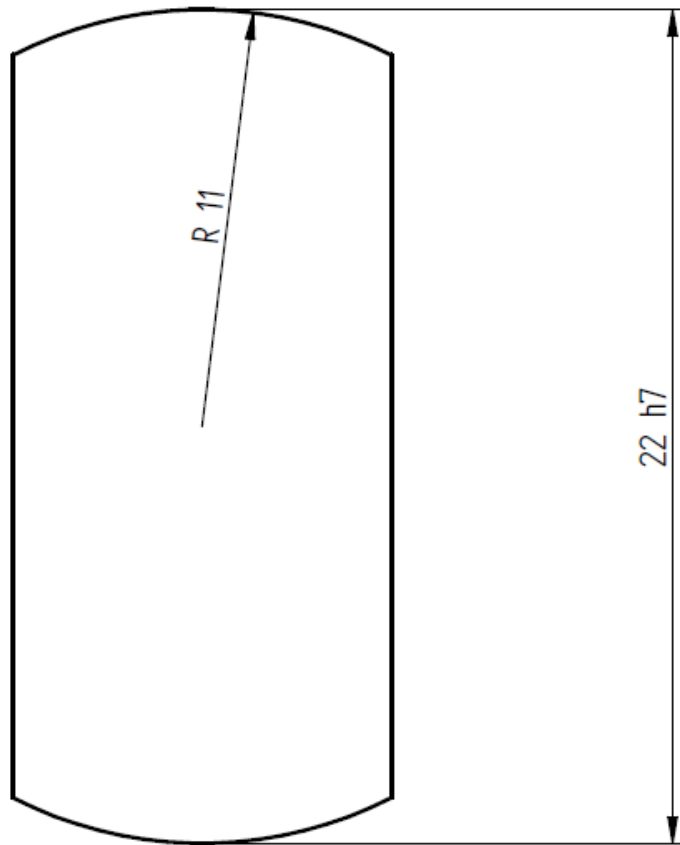
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{\text{Ra}3,2}$

|                                       |               |                             |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János    |               | Neptun Kód:<br>TWVOHA       |
| Dátum:<br>2023.11.07                  | M. a.:<br>1:1 | Anyag:<br>Alumínium-6061 T6 |
| Intézmény:<br>MATE<br>Műszaki Intézet |               | Elnevezés:<br>Kormány4      |

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

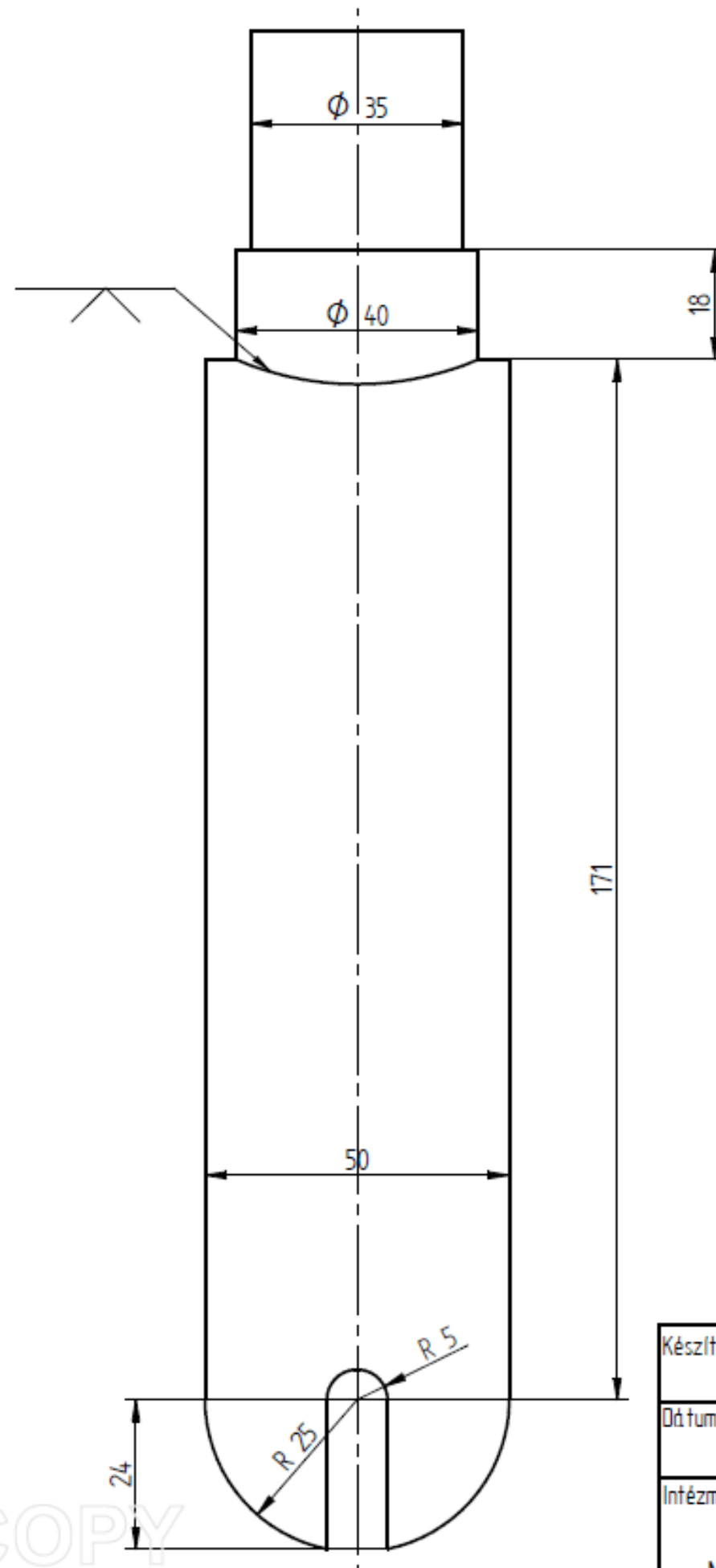
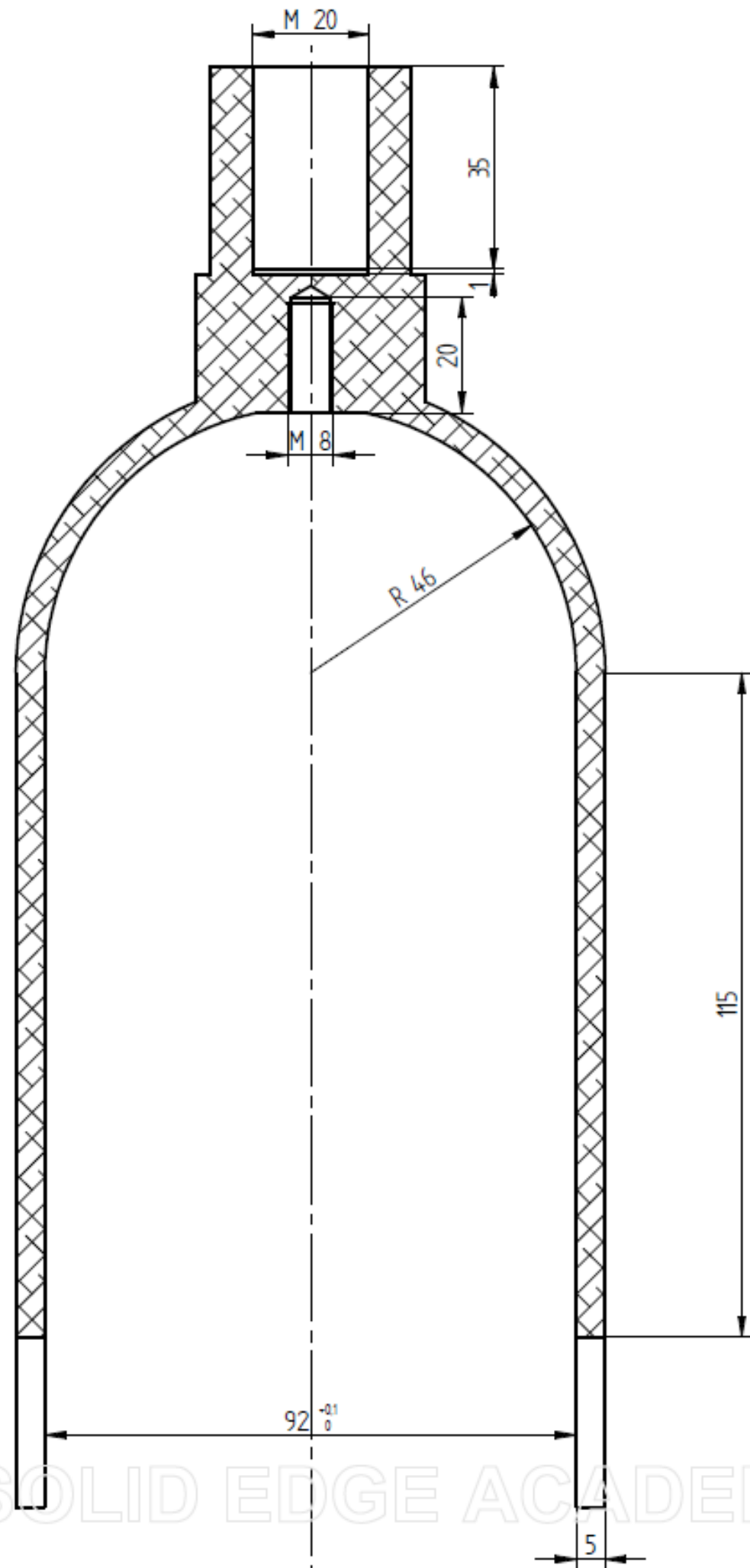


Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{\text{Ra}3,2}$

|                                      |                        |                             |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Készítette:<br>Morvai Attila János   |                        | Neptun Kód:<br>TWVOHA       |
| Dátum:<br>2023.11.07                 | M. a.:<br>1:1          | Anyag:<br>Alumínium-6061 T6 |
| Intézmény<br>MATE<br>Műszaki Intézet | Elnevezés:<br>Lehajtó2 |                             |

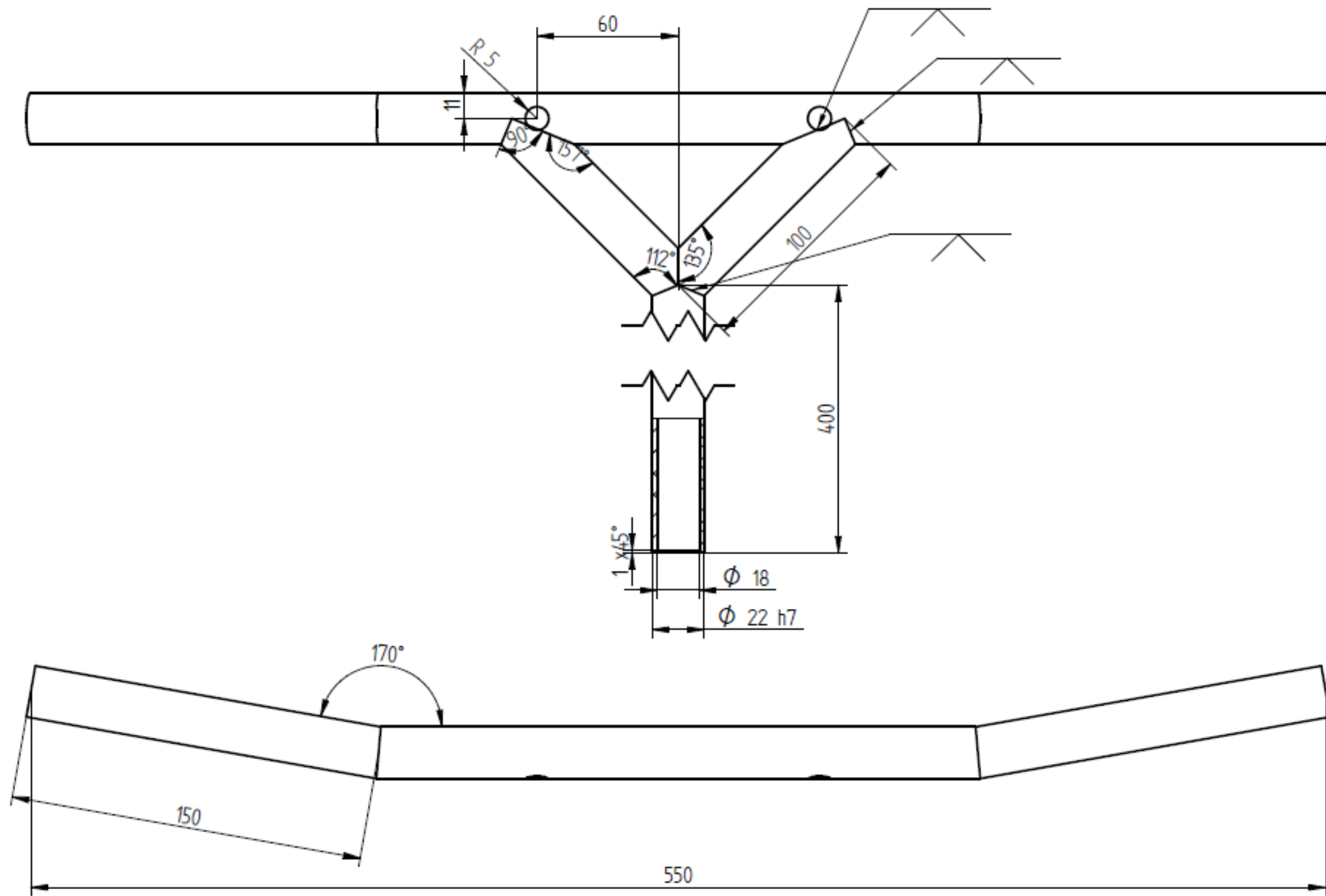






Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3.2}$

|             |                         |             |                   |
|-------------|-------------------------|-------------|-------------------|
| Készítette: | Morvai Attila János     | Neptun Kód: | TWVOHA            |
| Dátum:      | 2023.11.07              | M. a.:      | 1:2               |
| Intézmény:  | MATE<br>Műszaki Intézet | Anyag:      | Alumínium-6061 T6 |
|             |                         | Elnevezés:  | Keréktartó Villa  |



Jelöletlen felületi érdességek:  $\sqrt{Ra3,2}$

|                                 |                     |                          |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Készítette: Morvai Attila János |                     | Neptun Kód: TWVOHA       |
| Dátum: 2023.11.07               | M. a.: 12           | Anyag: Alumínium-6061 T6 |
| Intézmény: MATE Műszaki Intézet | Elnevezés: Kormány1 |                          |

SOLID EDGE ACADEMIC COPY