

SZAKDOLGOZAT

Matiszlovics Márk

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Intézet
Gépészmérnök szak

Autó karosszéria elem tervezése, gyártása szimulátorhoz

Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Anyagtudományi és Gépipari
Folyamatok Tanszék

Külső konzulens:

Készítette: **Matiszlovics Márk**
OR52WL
Nappali tagozat

Gödöllő
2024

Tartalom

1	Bevezetés	4
1.1	Téma ismertetése	4
1.2	Célkitűzés	5
2	Szakirodalom feldolgozás	6
2.1	Karosszéria bemutatása	6
2.2	Általános héjszerkezet	7
3	Laminálás bemutatása	9
3.1	Laminálás technológiája	9
3.2	Vákuumlaminálás	13
4	Kompozit anyagok	16
4.1	Általános kompozitok	16
4.2	Kompozitból készült karosszériaelem	17
5	3D program ismertetése	19
5.1	A tervezéshez használt program ismertetése	19
6	Karosszéria modellezése, felfogatása, alapanyag kiválasztása	23
6.1	A vázkeret kialakítása	23
6.2	Kiegészítők	24
6.3	Karosszéria elem modellezése, felfogatása	25
6.4	Alapanyag kiválasztása	26
7	Gazdasági számítás	29
7.1	Karosszéria elem előállításának díja	29
8	Összefoglalás	30
9	Hivatkozások	31
10	Táblázatok és ábrák jegyzéke	33
11	Mellékletek	34
12	Nyilatkozatok	35

1 Bevezetés

1.1 Téma ismertetése

Manapság egyre inkább elterjedt a szimulátorok használata, mivel a technológiai háttér már elérte azt a szintet, hogy elég pontosan tudjunk szimulálni. A szimulátorokat felhasználásuk módja szerint két csoportba lehet osztani:

Otthoni/verseny felhasználás

Ebbe a kategóriába tartoznak az otthoni szimulátorok és a hozzájuk beszerezhető kiegészítők, autós szimulátorok esetében kormány, ülés, váltó, pedálsor. Rengeteg szimulátor játék és egyre több verseny kerül szervezésre ebben a kategóriában.

Mérnöki/Tudományos felhasználás

A szimulátorok előnye, hogy nem élesben kell a teszteléseket lefuttatni, hanem egy előre megépített szimulátor megteszi helyettünk. Lefuttatni egy szimulációt nagyban csökkenti a későbbi balesetek kockázatát, vagy könnyebben észrevehető a hiba, hiszen a szimulációt vissza lehet nézni, esetenként adott időpillanatban meg is lehet állítani.

Az Intézményben is található egy autós-szimulátor vázszerkezete. A feladatom erre a vázszerkezetre karosszéria elem tervezése és annak felfogatása a vázra. A karosszéria elemek lehetővé teszik a pontosabb szimulálást és az élethűbb szimulációt.

Manapság egyre gyakrabban használnak kompozit anyagokból készült karosszéria elemeket.

1.2 Célkitűzés

Szakdolgozatom célja a létesítményben található autós-szimulátor vázára, karosszéria elem tervezése. 3D-s modell készítése a meglévő szimulátor vázszerkezetéről, 3D-s modell és műszaki rajz a hozzá tervezett karosszéria elemekről. A karosszéria elem felfogatása és az ehhez szükséges ragasztó kiválasztása. Eldönteni az alapanyagot, hagyományos vagy kompozit karosszéria elem, összehasonlítani a belőlük készült karosszéria elemet, és ennek függvényében az esetleges legyártásának módját. Kiválasztani a legyártáshoz szükséges alapanyagot és technológia hátteret.

A tervezés fő szempontjai:

- Szerelhetőség
- 3D-s modell elkészítése
- Rögzíthetőség, ragasztó kiválasztása
- Acél/Alumínium vagy Üvegszál/Szénszál
- Rajzi dokumentációk elkészítése

2 Szakirodalom feldolgozás

2.1 Karosszéria bemutatása

A karosszéria az autók, teherautók és más járművek külső szerkezeti része, amely az egész jármű külső megjelenését és működését meghatározza. A karosszéria összetevői közé tartoznak azok az elemek, amelyek nemcsak az autó esztétikai megjelenését, hanem annak biztonságát, védelmét és szerkezeti integritását is biztosítják. A karosszéria manapság már kisebb mértékben lát el néhány funkciót, mint régen. Fontosabb funkciói közé sorolhatók az alábbiak:

- **Szerkezeti stabilitás:**

A karosszéria az autó vázának részeként hozzájárul a jármű szerkezeti merevségéhez és stabilitásához. A megfelelő kialakítás és az erős anyagok (pl. acél, alumínium) biztosítják, hogy az autó a különböző terheléseket (például kanyarodáskor, gyorsításkor vagy fékezéskor) biztonságosan elviselje.

- **Esztétikai megjelenés:**

A karosszéria a legfontosabb része az autó külső megjelenésének. Az autó formája, színe, vonalai és dizájnya mind a karosszéria tervezésére építenek. A gyártók az autókarosszériát úgy tervezik, hogy az vonzó legyen a vásárlók számára, miközben megfeleljen a funkcionalitás és a biztonság követelményeinek.

- **Aerodinamika:**

A karosszéria alakja fontos szerepet játszik az autó légellenállásában. Az optimálisan tervezett karosszéria csökkenti a légellenállást, javítja az üzemanyag-hatékonyságot, és növeli az autó stabilitását, különösen nagy sebességnél.

Manapság rengeteg autó létezik és járja az utcákat, így az autókarosszériák is különböző típusokba sorolhatók a jármű formája és felépítése alapján. A leggyakoribb típusok:

Szedán (limuzin): Klasszikus négyajtós autó, ahol az utastér és a csomagtér egy-egy külön helyiségként van elkülönítve.

Hatchback: Olyan autó, amelynek hátsó ajtaja, vagy "hátfal", amely a csomagtér részét képezi, felnyílik.

Kombi: Nagyobb csomagtérrel rendelkező autó, amely a hátsó ülés térfogata mellett bőséges rakodóhelyet kínál.

Coupe (Kupé): Kétajtós, sportos megjelenésű autó.

Crossover/SUV: Magasított, robusztus kialakítású jármű, amely jellemzően nagyobb hasmagassággal rendelkezik.

Cabrió: Olyan autó, amelynél a tető elhúzható vagy leemelhető

Furgon: Olyan jármű, amelyet elsősorban áruszállításra használnak, és az utastér és a csomagtér egy térben van.

A karosszéria az autó legfontosabb szerkezeti része, amely meghatározza a jármű biztonságát, megjelenését és funkcionalitását. A karosszéria anyagai, formája és felépítése folyamatosan fejlődik, hogy megfeleljen a változó piaci igényeknek és technológiai előre lépéseknek. [1]

2.2 Általános héjszerkezet

A karosszéria héjszerkezete az autók és más járművek szerkezetének alapvető része, amely nemcsak a jármű megjelenését, hanem a biztonságát, a stabilitását és a kormányozhatóságát is befolyásolja. A héjszerkezet a járművön belüli utasok és a külső környezet közötti védelmet szolgálja.

A karosszéria héjszerkezetének, főbb jellemzői:

1. Anyaghasználat:

- Acél: Hagyományosan használt anyag, nagy szilárdságú és tartós, de nehéz.
- Alumínium: Könnyebb, mint az acél, és korrózióálló, de drágább.
- Műanyag: Egyre gyakrabban használják, mivel könnyű és formázható, de nem mindig olyan tartós, mint a fém.

2. Szerkezeti típusok:

- Monocoque: A karosszéria és a váz egy egységként működik, így csökkenti a súlyt és növeli a merevséget.
- Különálló váz: A karosszéria és a váz különálló elemek, amely a teherbírást és a javíthatóságot segíti elő.

3. Biztonsági szempontok:

- Ütközésvédelmi zónák: A karosszéria tervezése során figyelembe veszik az ütközésvédelmet, hogy az energia elnyelődjön, védve ezzel az utasokat.
- Rácsos szerkezet: Egyes járművek rácsos szerkezete megerősíti a karosszériát, növelve a torziós merevséget és a biztonságot.

4. Aerodinamikai jellemzők:

- A karosszéria formája befolyásolja a jármű légellenállását, ami hatással van a teljesítményre és az üzemanyag-fogyasztásra.

5. Könnyűsúlyú konstrukciók:

- A modern autóiparban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a könnyűsúlyú megoldásokra, hogy javítsák a hatékonyságot és csökkentsék az emissziót.

A karosszéria héjszerkezetének főbb funkciói:

- **Védelmi funkció:** A karosszéria megvédi a jármű utasterét és az alvázat a mechanikai sérülésektől, a környezeti hatásoktól (például a korróziótól, esőtől, sártól) és a külső behatásoktól. Ezen kívül a karosszéria segít az autó aerodinamikai jellemzőinek optimalizálásában is.
- **Strukturális stabilitás:** A karosszéria héjszerkezete nemcsak a külső hatásokkal szembeni védelmet biztosít, hanem a jármű egészének stabilitásában is szerepet játszik. A karosszéria merev szerkezete hozzájárul az autó oldalirányú és hosszirányú merevségéhez, tehát az autó irányíthatóságához és kezelhetőségéhez.
- **Ütközési energia elnyelése:** A modern karosszériahejszerkezetek jelentős szerepet játszanak a balesetek során az ütközési energia elnyelésében. Ezt különböző deformálódó zónák kialakításával érik el, amelyek a karosszéria meghatározott részein (pl. a lökhárítók, sárvédők, ajtók) képesek elnyelni a becsapódás hatását, így csökkentve az utasokra jutó erőket.
- **Esztétikai megjelenés:** A karosszéria a jármű külső megjelenéséért is felelős, tehát nemcsak műszaki, hanem esztétikai szerepe is van. A különböző formák, vonalak és dizájnelemek hozzájárulnak a jármű vizuális identitásához.

Kényelem és zajszigetelés: A karosszéria részei segítenek az utastér komfortjának biztosításában is. A megfelelő szigetelés csökkenti a külső zajokat, védelmet biztosít a hőmérséklet ingadozásokkal szemben, és javítja az utazás minőségét. [2] [3]

3 Laminálás bemutatása

3.1 Laminálás technológiája

A laminálás (más néven rétegezés) olyan gyártási technológia, amelyet a kompozit anyagok, különösen a szénszálás, üvegszálás és egyéb műgyanta alapú kompozitok előállításában használnak. A laminálás során különböző anyagokat, mint például szálakat, fóliákat vagy szöveteket, több rétegben alkalmaznak, majd azokat egy gyanta segítségével összeragasztják. Az így létrejövő anyagok különösen erősek és könnyűek, és gyakran alkalmazzák őket az autóiparban, repülőgépiparban, sporteszközökben és építőiparban.

A laminálás az egyik legfontosabb kompozit anyaggyártási eljárás, mivel lehetővé teszi a különböző tulajdonságok kombinálását, például a magas szilárdságot, alacsony súlyt és kiváló mechanikai tulajdonságokat. A laminálás technológia alapját az alkotóelemek összetétele és a rétegek kialakítása adja. A laminálás során az alábbi lépések szoktak történni [4]:

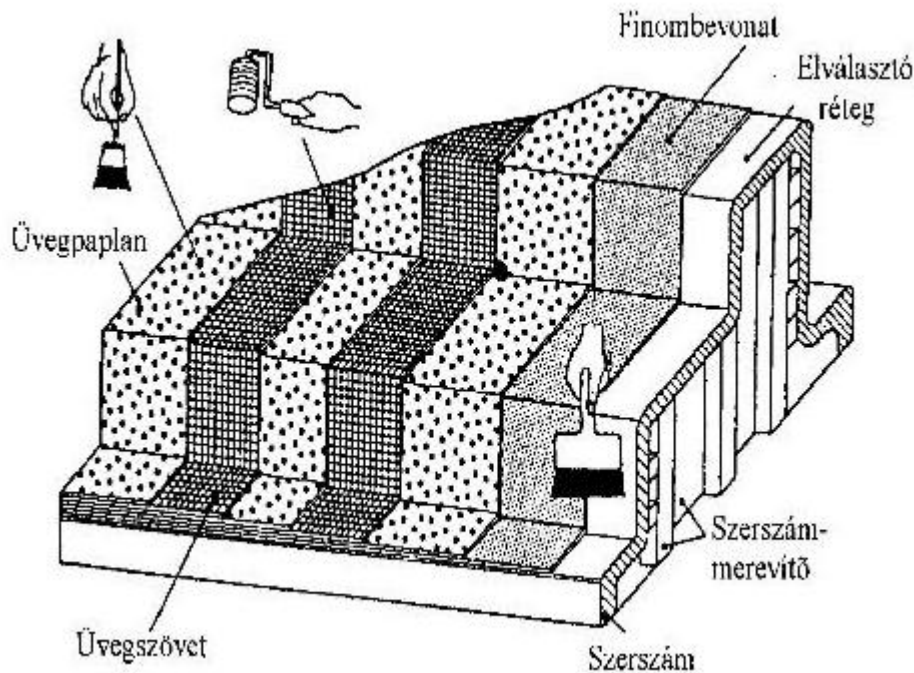
1. Alapanyagok előkészítése

A laminálás során az alapanyagok, mint például a szénszál, üvegszál, aramid szál vagy egyéb szálak anyagok előkészítése történik. Ezeket az anyagokat szövött, tekercselt vagy szálak formájában vásárolhatjuk. Ezen kívül a gyanta és egyéb segédanyagok (pl. kemikáliák, kemencék, gyanta adalékok) is szükségesek.

2. Rétegek felhelyezése

A kompozit laminálás egyik legfontosabb lépése, amikor az erősítő anyagokat egymásra helyezik. A laminálás során a szálakat vagy szöveteket rétegekben kell elhelyezni. A rétegek minden egyes alkalommal az anyagok hosszanti vagy keresztirányú elhelyezésével változtathatók meg, ezáltal a mechanikai tulajdonságok is szabályozhatóak.

- Szálorientáció: Az erősítő anyagok szálait különböző irányban lehet elhelyezni, hogy a kívánt mechanikai tulajdonságokat elérjük. Például, ha nagy szakítószilárdságra van szükség, akkor a szálaknak párhuzamosnak kell lenniük az anyag irányával, ha viszont a hajlítószilárdság fontos, akkor keresztirányú szálakat alkalmazhatunk.
- Több réteg: A rétegek száma és a szálak iránya az igényektől függően változik. Minél több réteget alkalmazunk, annál erősebb és szilárdabb lesz az anyag.



1. ábra: Kézi laminálás alapelve [4]

3. Gyanta alkalmazása

Miután az erősítő anyagokat megfelelően elhelyeztük, a következő lépés a gyanta alkalmazása, amely összetartja a rétegeket és biztosítja a kompozit anyag szilárdságát. A gyanta típusától függően a következő eljárások létezhetnek:

- Szobahőmérsékleten történő kötés: Bizonyos gyanták szobahőmérsékleten is megkötnek, így nem szükséges magas hőmérséklet.
- Meleg sajtolás (vagy vákuumos laminálás): A gyantát vákuum alatt vagy magas hőmérsékleten préselik, hogy az anyag minél jobban átjárja az erősítő szálakat és tömörítse azokat.
- Autoklávós laminálás: Magas hőmérsékleten és nyomás alatt történik a gyanta megkötése, gyakran autoklávokban, hogy a kompozit anyag tökéletes minőségű legyen.

4. Kötés és szilárdulás

A gyanta megkötése után a laminált anyag megszilárdul, és az új kompozit anyag szilárd, erős, de könnyű lesz. A gyanta típusától függően a kötési idő és hőmérséklet változhat. Ezen kívül a különböző rétegek közötti gyanta eloszlását is figyelembe kell venni, hogy a kompozit anyag minden rétege megfelelő mértékben legyen megszilárdítva.

5. Finishelés

Miután a kompozit anyag megszilárdult, a végterméket általában tovább kell alakítani, például csiszolással, festéssel, vágással vagy mintázásával a kívánt forma és esztétikai megjelenés eléréséhez. A kompozit anyagok vágása és csiszolása gyakran más technológiai ismereteket igényel, mivel a szálak anyagok és a gyanta különböző kemikáliákat tartalmazhatnak.

A laminálásnak több típusa létezik, amelyeket különböző iparágakban és alkalmazásokban használnak:

- Száraz laminálás: A száraz laminálás során a szálakat először elhelyezik a formában, majd a gyanta impregnálásához különböző módszereket alkalmaznak (pl. vákuum, nyomás vagy hő).
- Vizes laminálás: Ebben az eljárásban a gyanta alkalmazása előtt vizes oldatot használnak, amely segíti a gyanta és a szál közötti kötést. Ezt az eljárást gyakran alkalmazzák olyan helyzetekben, ahol a kompozit anyagok könnyűek, de erősek kell, hogy legyenek.
- Autoklávós laminálás: Az autoklávós laminálás során a kompozit anyagot magas hőmérsékleten és nyomáson kezelik, így biztosítva a kompozitok magas minőségét és erősségét. Ez a módszer a repülőgépiparban és a versenyautók gyártásában gyakori.

A laminálás alkalmazása számos előnnyel jár:

- Magas szilárdság és könnyű súly: A laminált kompozit anyagok kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, miközben rendkívül könnyűek.
- Kiváló erő/tömeg arány: A kompozit anyagok nagyobb szilárdságot biztosítanak kevesebb súllyal, így ideálisak olyan alkalmazásokhoz, ahol a könnyűség és az erő fontos szempont (pl. autóipar, sporteszközök).
- Rugalmasság a tervezésben: A laminálás lehetőséget biztosít arra, hogy különböző anyagokat és szálorientációkat kombináljunk, ezzel optimalizálva a kívánt tulajdonságokat.

- **Korrózióállóság:** A kompozit anyagok nem rozsdásodnak, ami hosszú távú tartósságot biztosít agresszív környezetekben (például hajózás, tengeri alkalmazások).
- **Formálhatóság:** A kompozit anyagok rendkívül jól formálhatóak, lehetővé téve a bonyolult geometriák és dizájnelemek létrehozását.

A laminálás technológia néhány hátránya:

- **Magas költség:** A laminálás technológiája, különösen a szénszálas kompozitok esetében, magas költséggel jár, mivel a szálak és gyanták drágábbak, mint a hagyományos anyagok.
- **Nehezebb javítás:** A laminált anyagok javítása speciális tudást és eszközöket igényelhet, különösen akkor, ha a kompozitok jelentősen megsérülnek.

A laminálás egy rendkívül fontos gyártási eljárás, amely számos iparágban alkalmazható. A különböző szálas erősítő anyagok és gyanták kombinálásával a laminálás lehetővé teszi olyan kompozit anyagok létrehozását, amelyek kiemelkedő mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, miközben viszonylag alacsony tömegűek. Az autóiparban, repülőgépiparban és sporteszközöknél való alkalmazásuk gyorsan növekvő trend, különösen azokban az esetekben, amikor a könnyűség és a szilárdság kulcsfontosságú szempont. A laminálás technológia felhasználása néhány iparágban:

- **Fa laminálás:** A fa alapú termékek, például bútorok vagy padlóburkolatok készítésénél használnak. A vékony faforgácsokat összeragasztják, így erősebb és tartósabb anyagot kapunk.
- **Műanyag laminálás:** Itt a műanyag fóliákat különböző rétegekben helyezik egymásra, hogy növeljék a szilárdságot és javítsák a hő- és vegyi ellenállást.
- **Csomagolás:** A laminálás a csomagolóiparban is elterjedt, mivel lehetővé teszi a különböző anyagok kombinálását a hosszabb eltarthatóság érdekében, valamint a termékek védelmét a nedvességtől és a fénytől.
- **Kompozit anyagok:** Az autóiparban és a repülőgépiparban is használnak laminálást, például üvegszálas vagy szénszálas kompozitok előállításánál, ahol a különböző rétegek összeillesztése magas szilárdságú, mégis könnyű anyagokat eredményez.

3.2 Vákuumlaminálás

A vákuumlaminálás egy speciális laminálási technológia, amelyet elsősorban kompozit anyagok (különösen szál-erősítésű kompozitok) előállításában alkalmaznak. Ezen eljárás során a kompozit anyagokat rétegzéses módon építik fel, és a laminált anyagot vákuumban kezelik, hogy biztosítsák az optimális rétegek közötti kötést, és eltávolítsák a levegőt, légbuborékokat, illetve egyéb szennyeződések. Ezáltal a végtermék erősebb, könnyebb és jobb mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. A vákuumlaminálás egy több lépésből álló folyamat [5]:

1. Előkészítés:

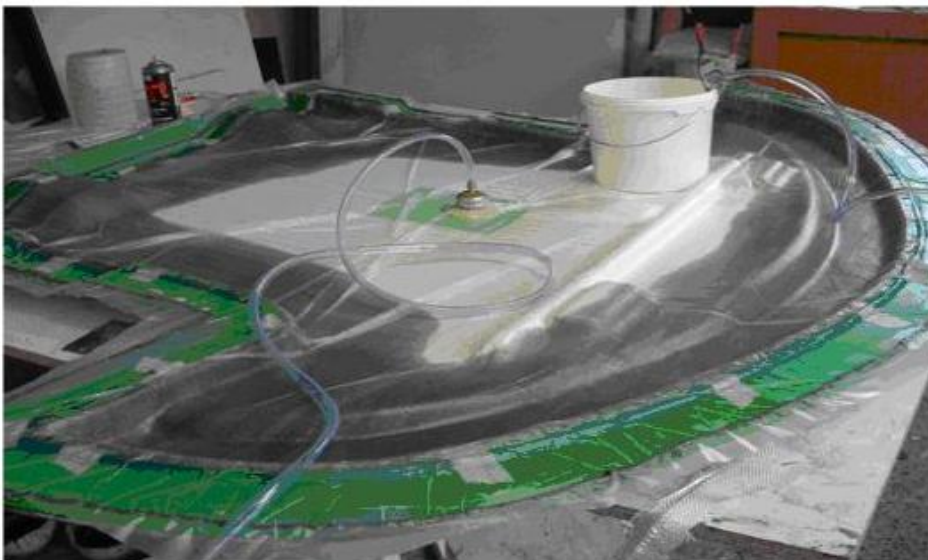
A laminálandó anyagokat (pl. műanyag fóliák, üvegszál, szénszál vagy más kompozit anyagok) egy speciális vákuumkamrába helyezik.

A különböző rétegeket pontosan egymásra helyezik, biztosítva, hogy azok a kívánt irányban és pozícióban legyenek.

2. Vákuum előállítása:

A kamrában vákuumot hoznak létre, azaz az oxigén és egyéb gázok nagy része eltávozik. Ez a lépés segít abban, hogy a levegő ne befolyásolja a laminálási folyamatot, és hogy az anyagok között erősebb tapadás jöjjön létre.

A vákuum hatására az anyagok összenyomódnak, és a ragasztóanyagok vagy egyéb kötőanyagok egyenletesen eloszlanak a rétegek között, így elérve a kívánt hatást.



2. ábra: A gyanta vákuummal való beszívása a szárazon összerakott erősítő anyagba [5]

3. Hő alkalmazása:

A vákuumkamra gyakran hővel is együtt működik, mivel a hő aktiválhatja a ragasztóanyagokat (például epoxi vagy polimerek), amelyek így még jobban tapadnak az anyagokhoz.

A hőmérséklet és a vákuum kombinációja biztosítja, hogy a rétegek megfelelően összeolvadjanak.

4. Kötési idő:

Miután a kívánt hőmérséklet és vákuum elérte a megfelelő szintet, a kamrában tartják az anyagot egy ideig, hogy a rétegek teljesen összeálljanak és megkőssön a ragasztó.

Ez az idő változó lehet, a használt anyagoktól és a kívánt végeredménytől függően.

5. Kivétel és befejezés:

A laminált anyagot ezután eltávolítják a vákuumkamrából, és a hűtési vagy további utókezelési lépések következnek, ha szükséges.

A kész termék általában kész a további feldolgozáshoz, mint például vágás, csiszolás, vagy más felületkezelés. [6]

A vákuumlaminálás előnyei:

- Tökéletes tapadás és erős kötés: A vákuum segít abban, hogy a különböző rétegek közötti kötés erősebb és tartósabb legyen. Az anyagok közötti levegő eltávolítása csökkenti a buborékok, deformációk és más hibák kialakulásának esélyét.
- Kiváló minőségű felület: Mivel a vákuum alatt nincs levegő, és az anyagok összenyomódnak, a végtermék sima, egyenletes felületű lesz, amit sok esetben kívánatos, különösen a szép esztétikai megjelenés szempontjából.
- Könnyű és erős anyagok: A vákuumlaminálás gyakran használt a kompozit anyagok gyártásában, mint például a szénszálas vagy üvegszálas laminátumok, amelyek erősek és könnyűek egyaránt. Ezeket az anyagokat például az autóiparban, az űrparban és a sporteszközökben használják.
- Javított hő- és vegyi ellenállás: A megfelelő ragasztóanyagok használatával a vákuum alatt laminált anyagok gyakran jobb ellenállással rendelkeznek a magas hőmérséklettel, vegyi anyagokkal és a mechanikai igénybevétellel szemben.

- Alacsonyabb költségek a nagy volumenű gyártásban: A vákuumlaminálás jól alkalmazható ipari méretű gyártási folyamatokban is, mivel a rendszer egyszerű és automatikusan skálázható, ami költséghatékonyabbá teszi a tömeggyártást. [7]

Példaként néhány alkalmazási terület, ahol ilyen technológiát használnak:

- **Kompozit anyagok gyártása:** Szénszálás és üvegszálás kompozitok: A vákuumlaminálás kiválóan alkalmazható a szénszálás és üvegszálás anyagok rétegeinek összeforrasztására, így például repülőgép-alkatrészek, autóiipari alkatrészek és sportfelszerelések készülnek így.
- **Autóiipar:** Az autóiiparban a vákuumlaminálás olyan alkatrészek gyártásában hasznos, amelyek könnyűek, de ugyanakkor nagy mechanikai szilárdságot igényelnek. Például a karosszéria elemek, motorháztetők, és egyéb járműalkatrészek készítésénél is alkalmazzák.
- **Építőipar:** A vákuumlaminálás segítségével készíthetők erős és könnyű kompozit panelek, amelyeket építőipari alkalmazásokban használnak, például falpanelek, tetőpanelek, vagy szigetelőanyagok.
- **Elektronikai ipar:** Elektronikai termékek esetében a vákuumlaminálás segíthet a mikroszkopikus rétegek, például az áramköri lapok, kijelzők és más alkatrészek pontos összeállításában.

A vákuumlaminálás egy rendkívül hatékony technológia, amely számos iparágban segíti az erős, tartós, és könnyű kompozit anyagok előállítását. A vákuum alkalmazása nemcsak a minőséget növeli, hanem számos előnnyel is jár, például a sima felület kialakítása és a hatékony kötés. Azonban a magas kezdeti költségek és a technikai bonyolultság miatt főként nagy volumenű gyártásban használják.

4 Kompozit anyagok

4.1 Általános kompozitok

A kompozit anyag két vagy több komponens összevonásával jön létre, amelyek nem homogének és teljesen egyedi jellemzőkkel rendelkeznek, így a komponensek egyesített tulajdonságainak összessége bonyolultabb vagy eltérő, mint az anyagok egyedi tulajdonságai a gyakorlati alkalmazásokban. A kompozit anyagok célja, hogy a lehető legjobban kombinálják az alapvető komponenseket a minimális hátrány mellett. Ezek az anyagok magas szilárdságot, alacsony súlyt, korrózióállóságot és egyéb előnyöket kínálnak, ezért széles körben használják őket különböző iparágakban, mint például az autóipar, az építőipar, a repülőipar és a sportfelszerelés gyártása. A kompozit anyagokat két főbb csoportba lehet osztani [8]:

1. Függőleges erősítésű kompozitok (rétegzett kompozitok)

Ez a leggyakoribb típus, ahol az egyik anyag hosszú szálak formájában van jelen, amelyek erősítik az alapanyagot. Szál-erősítésű műanyagok (FRP - Fiber Reinforced Plastics), ez a csoport tartalmazza azokat a kompozit anyagokat, amelyekben szálakat, például üvegszálat, karbon (szénszál) vagy kevlár szálakat használnak az alap műanyagban, hogy megnöveljék az anyag mechanikai tulajdonságait.

- Üvegszálás műanyagok (GFRP - Glass Fiber Reinforced Plastic): Az üvegszálás kompozit anyagokban az alapanyag poliészter- vagy epoxigyanta, amelyet üvegszálak erősítenek. Az üvegszálás kompozitok rendkívül erősek, könnyűek és viszonylag olcsók.
- Szénszálás műanyagok (CFRP - Carbon Fiber Reinforced Plastic): A szénszálás kompozitok, amelyek szénszálakat használnak erősítő anyagként, rendkívül erősek és könnyűek, de drágábbak. A szénszálás kompozitok kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért alkalmazzák őket a repülőgépiparban, motorsportokban, illetve prémium autókban és elektromos járművekben.

2. Részecske-erősítésű kompozitok

A részecske-erősítésű kompozitok olyan anyagok, amelyekben az erősítő anyag nem hosszú szálak formájában, hanem finom részecskék vagy porok formájában van jelen. Például a beton egy részecske-erősítésű kompozit, ahol a cement alapú anyagot homok, kavics vagy egyéb adalékanyagok erősítik.

- **Fém-mátrix kompozitok (MMC - Metal Matrix Composites):** Olyan kompozitok, amelyekben a mátrix (az alapanyag) fém, és finom részecskék vagy szálak erősítik. Például alumínium-mátrixú kompozitok, amelyekben szénszál vagy kerámiás részecskék vannak. [9] [10]

4.2 Kompozitból készült karosszériaelem

A kompozit karosszériaelem olyan alkatrész, amely kompozit anyagok felhasználásával készül. A kompozit karosszériaelemek használata az autóiparban egyre nagyobb teret nyer, különösen a prémium, sport- és versenyautók, valamint elektromos járművek gyártásában. A leggyakrabban használt kompozit anyagok karosszéria elemek esetén a következők:

Üvegszál-erősítésű műanyag: Az üvegszálak kompozit anyagok kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, például nagy szakítószilárdsággal, ugyanakkor alacsony sűrűséggel, így könnyűek és erősek.

Karbon- (szénszál-) erősítésű műanyag: A szénszálak rendkívül magas szilárdsággal rendelkeznek, miközben az anyag súlya sokkal alacsonyabb, mint a hagyományos acél vagy alumínium. Az ilyen típusú kompozit anyagok a legnagyobb teljesítményt és biztonságot nyújtják, különösen sportautókban és versenyautókban.

Kevlar: A kevlar egy aramidszál alapú kompozit anyag, amelyet erős, ugyanakkor rugalmas tulajdonságai miatt gyakran alkalmaznak olyan karosszériaelemeknél, amelyeknek ellenállásra és ütésállóságra van szükségük, például motorsportoknál.

Az autóiparban elsősorban karosszériaelemekhez használják a kompozit anyagokat:

- **Motorháztető:** A kompozit anyagok könnyűsége és szilárdsága miatt a motorháztetők egyre inkább kompozitból készülnek. Ez csökkenti az autó tömegét, és javítja az üzemanyag-hatékonyságot.
- **Lökhárítók:** A kompozit anyagok kiválóan alkalmasak a lökhárítók és más külső védőelemek gyártására, mivel könnyen formálhatók és nagy ütésállóságot biztosítanak.
- **Ajtók:** A kompozit ajtók nemcsak könnyebbek, hanem a gyártási folyamat is rugalmasabb lehet, mivel a kompozitok könnyen formálhatóak a kívánt dizájn szerint. Ezen kívül biztosítják a kívánt ütközési védelmet is.

- **Csomagtartó ajtók és tetők:** A kompozit anyagok használatával a csomagtartó ajtókat és tetőket könnyebbé lehet tenni, miközben fenntartják azok szilárdságát és tartósságát.
- **Sport- és versenyautók:** A kompozit anyagok különösen elterjedtek a sport- és versenyautók karosszériaelemeiben, mivel ezek a járművek minden egyes kilogramm csökkentésével nagyobb teljesítményre és gyorsulásra képesek. A kompozit anyagok nemcsak a súlyt csökkentik, hanem a karosszéria erejét is növelik, miközben a szilárdság és a biztonság sem csökken.

A kompozitból készült autókarosszéria-alkatrészeknek számos előnye ismert, és ennek köszönhetően egyre inkább elterjedtebb manapság. Néhány fontosabb előnye:

Könnyű súly: A kompozit anyagok egyik legnagyobb előnye, hogy könnyebbek, mint a hagyományos fémek, például az acél vagy alumínium. A kisebb tömeg csökkenti az autó összsúlyát, ami javítja az üzemanyag-hatékonyságot és a dinamikai tulajdonságokat, például a gyorsulást és a kezelhetőséget.

Magas szilárdság és merevség: A kompozit anyagok rendkívül erősek és jól ellenállnak a mechanikai igénybevételnek. Az autó karosszériaelemeinek nagy szilárdsága növeli a biztonságot és az ütközési teljesítményt, különösen, ha az anyagokat úgy választják meg, hogy az energia elnyelésére optimalizáltak.

Korrózióállóság: A kompozit anyagok nem rozsdásodnak, így hosszú távon is megőrzik esztétikai és mechanikai tulajdonságaikat, míg a fémek hajlamosak a korrózióra, különösen nedves környezetben.

A kompozit karosszériaelemek alkalmazása az autóiparban gyorsan teret nyer, mivel lehetőséget adnak a járművek teljesítményének, biztonságának, valamint üzemanyag-hatékonyságának javítására. A kompozit anyagok könnyűek, erősek, és hosszú távon korrózióállóak, ami ideálissá teszi őket az autóiipari alkalmazásokban. Azonban a magas előállítási költségek és az összeszerelési nehézségek még korlátozzák elterjedésüket a tömegtermelésű modellek esetében. [11] [12]

5 3D program ismertetése

5.1 A tervezéshez használt program ismertetése

A 3D tervező szoftverek nagyban megkönnyítik, a 21.században a tervezések gyorsaságát és hatékonyságát. A gépészeti tervezésnek a célja, hogy a legyártás előtt megtervezhetjük az alkatrészt, majd összerakva láthatjuk az egész terméket, amivel időt és erőforrást takaríthatunk meg. A hétköznapi életet is nagyban elősegítik a 3D programok, mivel a mindennapi életben használt termékeket is meg tudjuk vele tervezni, illetve ezek elkészítéséhez a szükséges eszközöket. Az esetleges módosítások is könnyebben elvégezhetőek és vizuálisan is láthatóak.

A munkám során a SolidWorks 3D CAD programját használtam. A szoftvert Dassault Systèmes SolidWorks Corp. fejlesztett ki. Az első SolidWorks szoftver a 90-es évek közepén fejlesztették ki, és a felhasználóbarát kezelőfelülete miatt gyorsan nagy sikereket ért el. Közel 30 év alatt rengeteget fejlődött a szoftver, és manapság már több mint 2 millió felhasználója van, ezért kijelenthető, hogy a világ egyik legnépszerűbb 3D tervezői szoftvere.

A SolidWorks egy CAD tervezői program, a CAD egy mozaikszó a Computer Aided Design angol szavak rövidítése, melynek jelentése: számítógéppel támogatott tervezés. A CAD programoknak néhány főbb sajátossága:

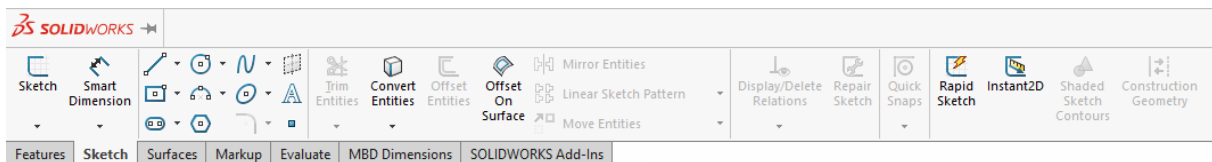
- Tervezési dokumentációk és rajzok készítése.
- A CAD-ben elkészített modell felhasználható más CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE (Computer Aided Engineering) tevékenységekhez, így rengeteg időt megtakarítva és csökkentve a hibák kialakulását.
- Legfontosabb területe a számítógépes rajzolás, és geometriai modellezés.
- Tervezési ötletek megalkotására, tervezésére, módosítására és elemzések lebonyolítására szolgál.

A geometriai modellezést csoportosítjuk eljárások szerint:

- huzalváz-modellezés
- felület-modellezés
- palást-modellezés
- test-modellezés

Az ajtó megtervezésénél a felület-modellezést használtam. Ez a modellezési mód véges, zárt, szabadformájú felületfoltokat ír le. A felületek csak „látvány” szintjén összefüggőek. Ez a mód bonyolultabb alakok, formák megadására alkalmas, illetve árnyékolt képek előállítására. Ezt a módszert, mint jelen esetben, karosszéria elemek tervezéséhez, elkészítéséhez előszeretettel használják. Az előnye egyben a hátránya is ennek a módnak mivel, számításokat és ütközési vizsgálatokat viszont nem lehet, vagy csak nagyon nehezen tudunk mérni. [13]

Az alkatrész elkészítés legelső lépése a vázlat készítés (Sketch). A vázlatkészítés a vázlat síkon zajlik, ahol megadjuk a létrehozáskor a geometriát, formát és méretekkel látjuk el. A vázlatkészítés alapvető parancsait az alábbi 1. ábra mutatja be.



3. ábra: Vázlatkészítés parancsai (Forrás: saját munka)

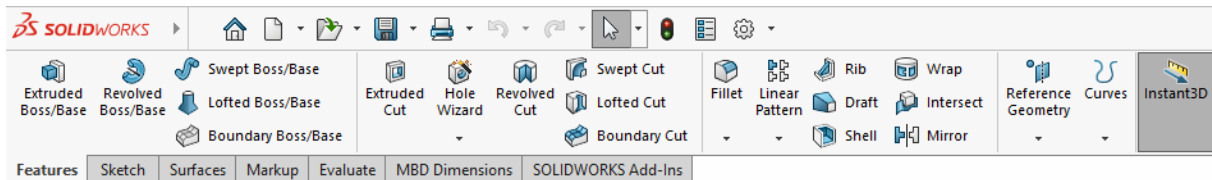
Alapvető parancsok vázlatkészítésben:

- Méretezés
- Vonal
- Téglalap
- Ellipszis
- Kör
- Ív
- Sokszög
- Metszés
- Tükrözés
- Lekerekítés
- Mértani kényszerek

Miután végeztünk a vázlattal, létrehozuk az első alaksajátosságot. Az alaksajátosságokat is csoportokba lehet sorolni:

- **Vázlatra épülő** alaksajátosság, ilyen a forgatás, kihúzás
- **Elhelyezett** alaksajátosság, ilyen a lekerekítés, furat, menet

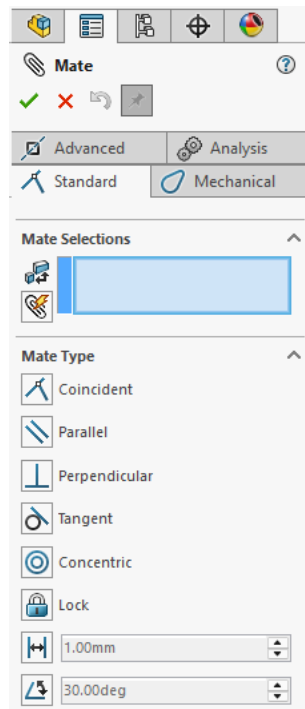
- **Munka** alak sajátosság, például a munkasík, munkatengely
- **Sokszorozáson alapuló** alak sajátosság, mint például tükrözés, valamilyen kiosztás (négyzetes, kör mentén)



4. ábra: Alaksajátosság (Forrás: saját munka)

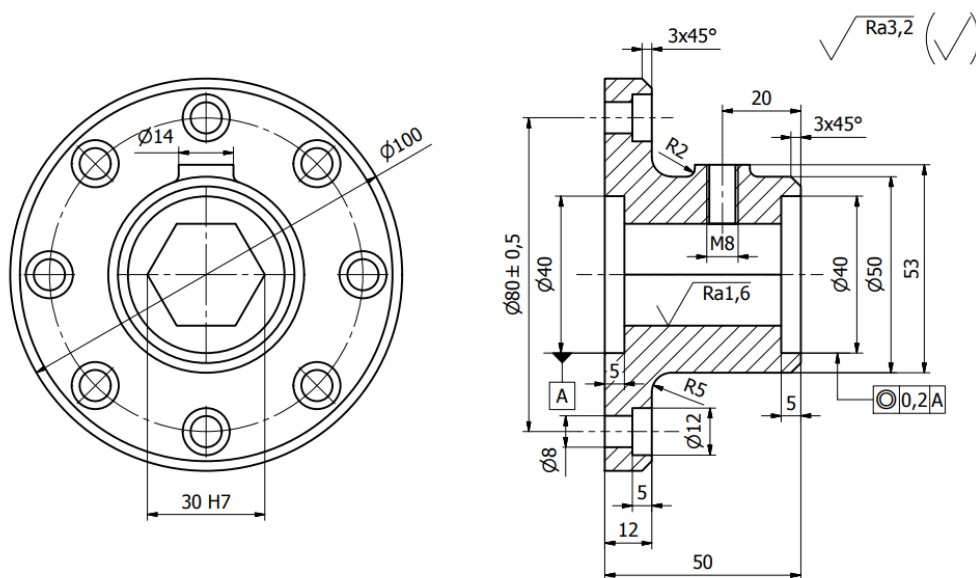
A különböző alkatrészek elkészültével, a soron következő lépés az összeállítás-modellezés. Ez a modellezési forma egy készülék vagy gyártmány, egy részegységének vagy teljes egészének összeszerelését jelenti az alkatrészekből. Az összeszerelés során az alkatrészeket geometriailag és topológiailag rendeljük egymáshoz. A topológiai része pedig, a szerelési részegységek meghatározása. A geometriai része, hogy az eredetileg 6 szabadságfokú alkatrész (x, y, z irányú elmozdulás és forgás) részben vagy teljesen megszüntessük. A szerelési kényszerek használatával tudjuk megszüntetni a szabadságfokokat. A szerelési kényszereket is lehet csoportosítani:

- **Egybeeső** kényszer: Két részegység kijelölt felülete egybeesik.
- **Szögekényszer**: Két részegység kijelölt felületei közötti szöget tudjuk meghatározni.
- **Illesztő** kényszer: Egy sík és görbület, vagy két görbült felület közötti kényszerkapcsolat.
- **Érintő** kényszer: Gépészetben leginkább segítő, hengeres furat, és hengeres csap összekapcsolását segíti elő, több kényszert egyszerre felhasználva.



5. ábra: Kényszerek (Forrás: saját munka)

A legutolsó lépés a műhelyrajzok elkészítése, miután átnéztünk minden alkatrészt és meggyőződünk róla, hogy megfelelően illeszkednek egymáshoz és nincs tervezési hiba sem. SolidWorks szoftver tartalmazza ezt a lehetőséget, így egy programon belül meg tudjuk csinálni a rajzokat, a rajzi szabványoknak eleget téve. A programokkal való rajzkészítés sokkal időtakarékosabb, egyszerűbben javítható és szerkeszthető, mint a kézzel készített rajzok. Az alábbi ábrán látható egy programban készített rajz. [14] [15]



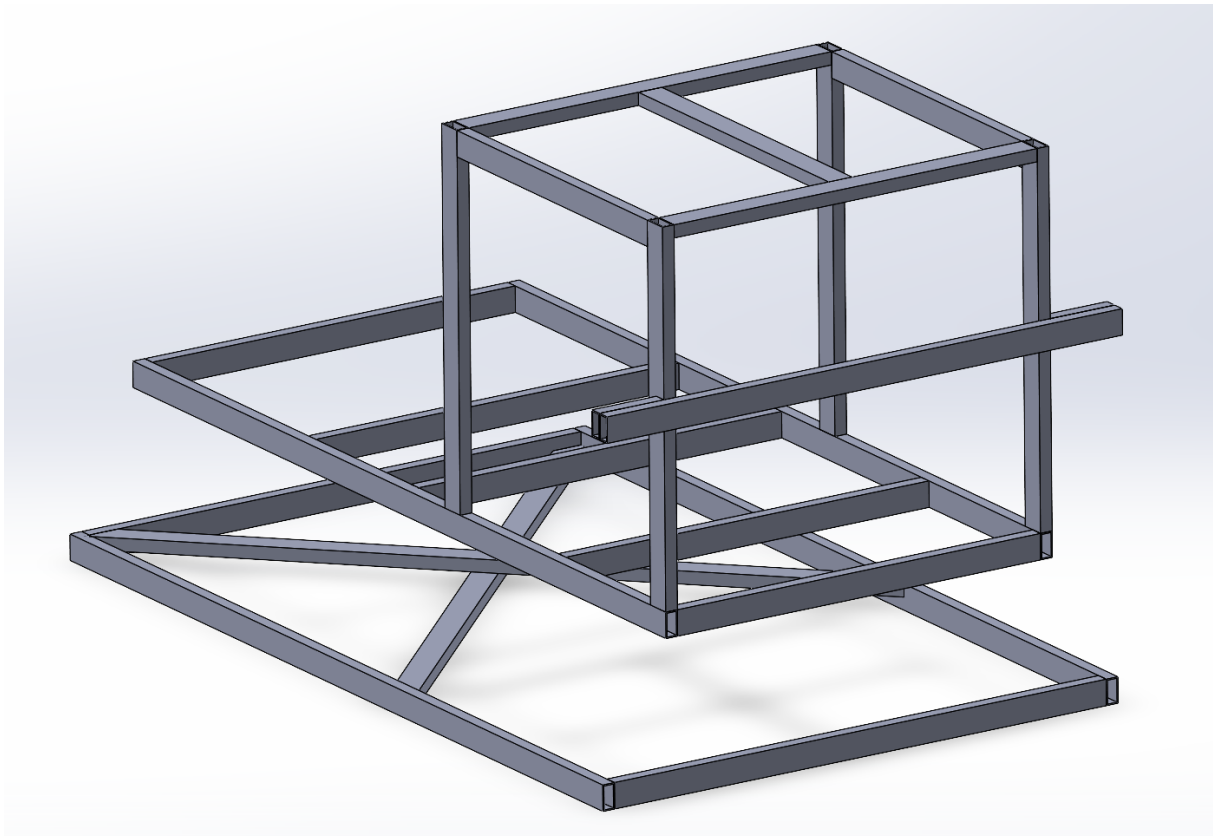
6. ábra: Műszaki rajz (Forrás: saját munka)

6 Karosszéria modellezése, felfogatása, alapanyag kiválasztása

6.1 A vázkeret kialakítása

Az autós-szimulátor vázkerete zártszelvényből áll össze. A zártszelvény egy elég gyakran használt alapanyag, hiszen a kialakítása miatt könnyű vele a munka, tartós teherbírásra képes mégis könnyű a szerkezete. Építőiparban és gépiparban előszeretettel használják. A tervezés során számomra a szimulátor szolgált alapul, ami 20mm x 40mm-es zártszelvényből volt összeheggesztve. [16]

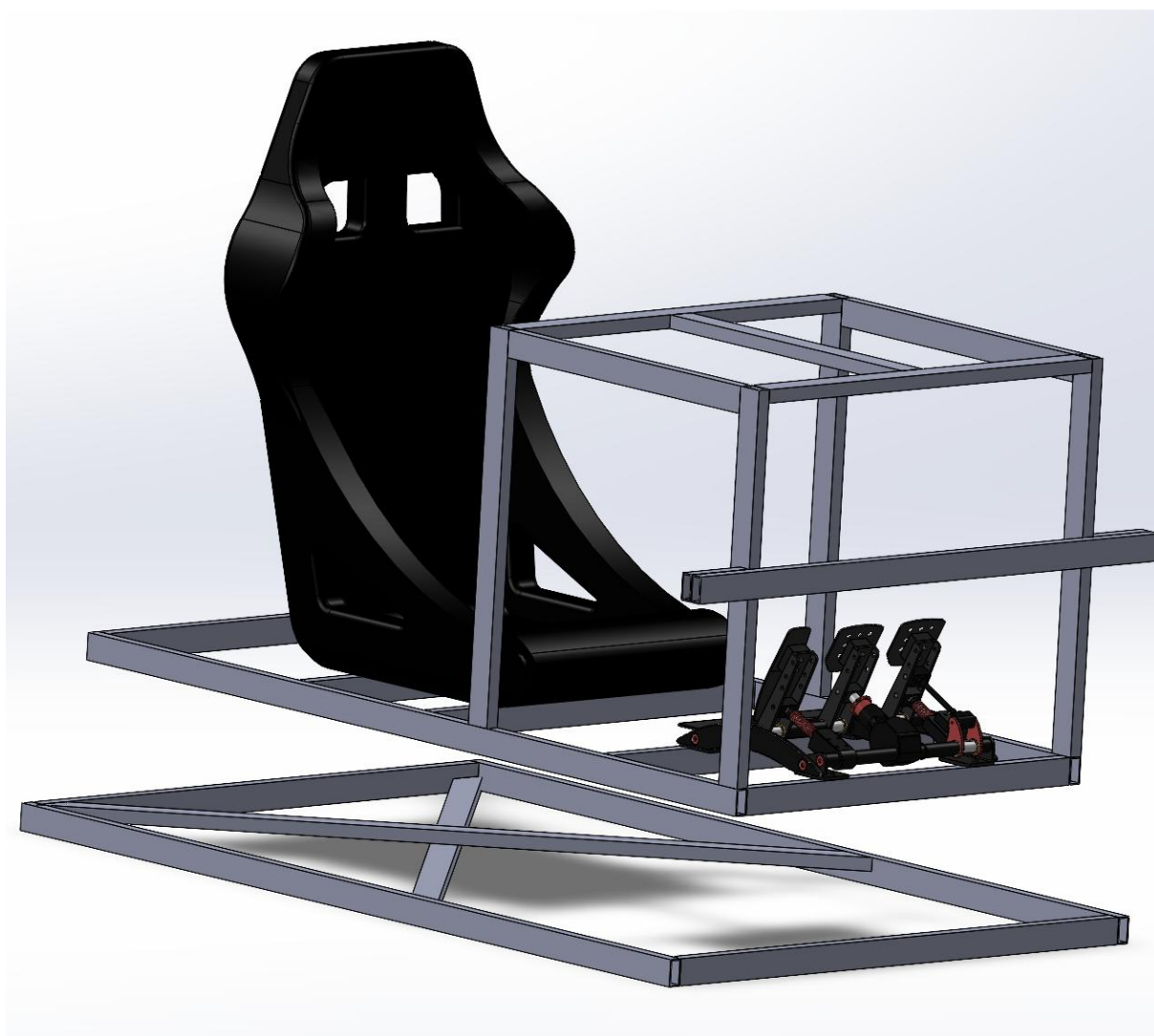
A vázkeret 3D-s modelljének megalkotásához, a különböző méretű zártszelvényeket az 5.1 pontban említett program segítségével megalkottam. Minden alkatrész elkészítése után a program szerelési környezetében, összeállítottam a kívánt modellt.



7. ábra: Vázszerkezet 3D-s modellje (Forrás: saját munka)

6.2 Kiegészítők

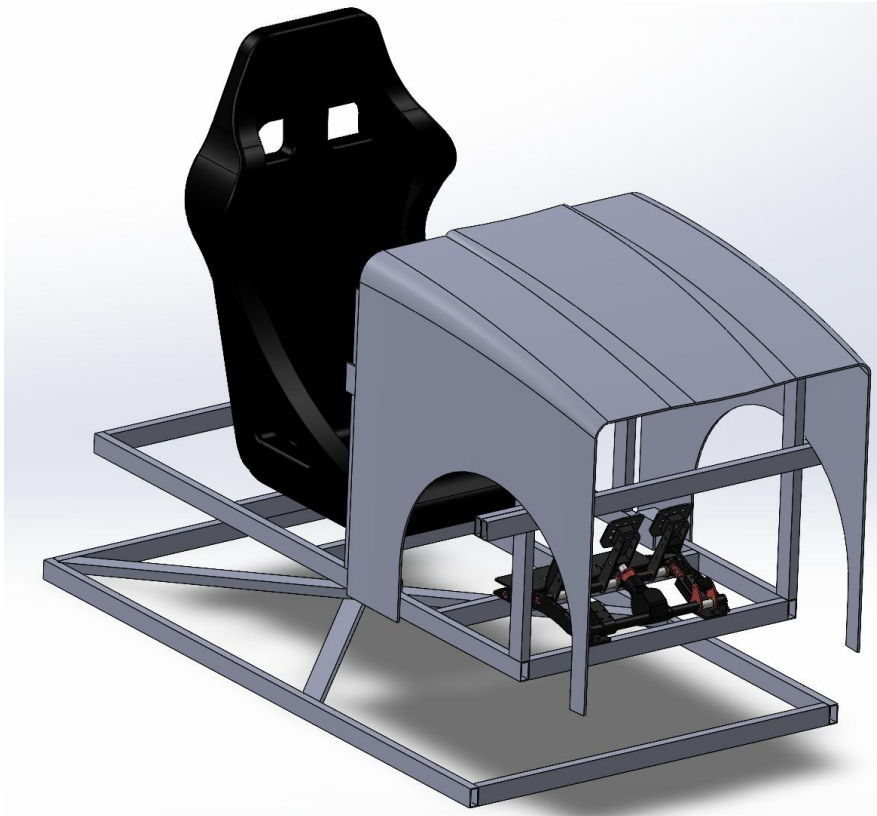
A következő lépésben a vázkereten található kiegészítők modellezését, és a keretre való rögzítését végeztem el. Sok időt töltöttem egyes CAD modellek keresésével, mivel manapság a gyártók legtöbbször biztosítanak modellt a termékről, de ha mégsem akkor alkatrész megosztó portálon legtöbbször megtalálhatóak. Vannak olyan alkatrészek, amikről még nem készült modell, vagy nem publikus. Nagy többségében az alkatrészeket magam terveztem, de az ülést és a pedálsort a GrabCAD online felületén találtam.



8. ábra: Szimulátor (Forrás: saját munka)

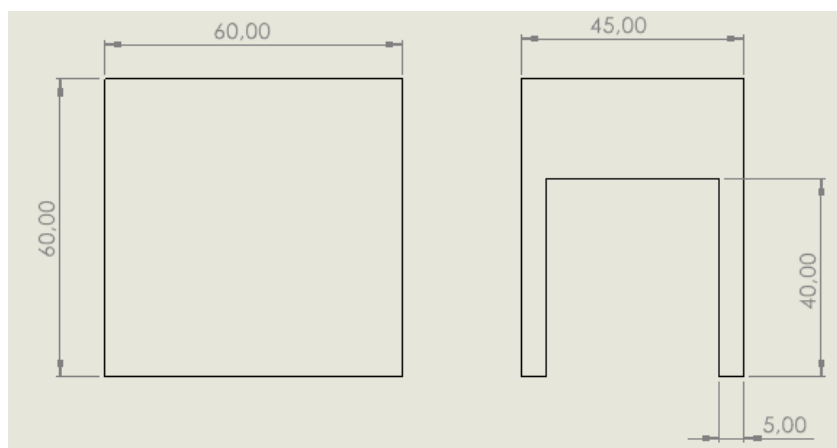
6.3 Karosszéria elem modellezése, felfogatása

Az alkatrészt a meglévő vázszerkezetre lemodelleztem. A modell a két első sárvédő és ezeket összekötő motorháztetőből áll.



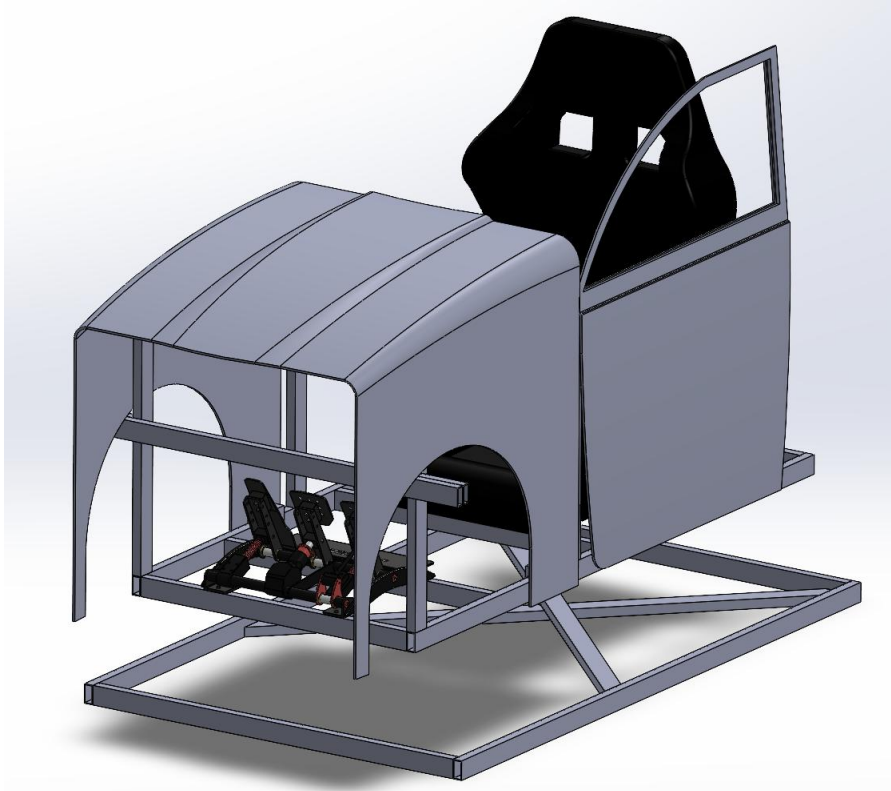
9. ábra: Karosszéria elem a vázon (Forrás: saját munka)

A karosszéria elem felfogatását úgynevezett U profilokkal oldottam meg. (3.Melléklet) Az U profilt ragasztóval erősíteném a karosszéria elemhez. A könnyű szerelés miatt az U profilok úgy vannak tervezve, hogy az egészet becsúsztatva a helyére lehet rakni az elemet.



10. ábra: U profil vázlata (Forrás: saját munka)

Az ajtót a már meglévő vázszerkezetre modelleztem. Az ajtót szintén az előbb említett U profilokkal lehet rögzíteni a vázkeretre, rácsúsztatás útján. (3.Melléklet)



11. ábra: Ajtó a vázon (Forrás: saját munka)

Az U profil felragasztásához a gorilla epoxy gyanta kétkomponensű ragasztót választottam, mivel gyorsan köt, könnyen formázható, alakítható miután megkötött, és erős, tartós kötést biztosít a profil és a karosszéria elem között.

6.4 Alapanyag kiválasztása

A legutolsó lépés a karosszéria elemek alapanyagának kiválasztása. Napjainkban a hagyományos módon alumíniumból vagy acélból készülnek a karosszéria elemek, viszont kompozitból is elkészíthetők. Mindkét opciónak megvannak az előnyei és hátrányai:

Acél előnyei:

Erősség és tartósság: Az acél rendkívül erős és jól ellenáll a mechanikai igénybevételnek, ezért különösen fontos a jármű biztonsága szempontjából. Az acél karosszériaelemek képesek jobban elnyelni az ütközés energiáját, így javítják a balesetek utáni utasvédelmet.

Költséghatékonyság: Az acél előállítása és feldolgozása költséghatékony, ami kedvezőbb árat biztosít az autógyártóknak, valamint az autó vásárlóinak.

Formázhatóság: Az acél viszonylag könnyen formázható, amit az autógyártás során előnyösen használnak. Ez lehetővé teszi a bonyolult formák kialakítását, például az ajtók, motorháztetők és sárvédők esetében.

Hátrányai:

Korrózió: Az acél hajlamos a rozsdásodásra, ha nem kezelik megfelelően. A modern autók esetében galvanizált (cinkbevonatú) acélt használnak, hogy csökkentsék ezt a problémát, de a korrózió még mindig lehet egy hosszú távú hátrány.

Kompozitból készült karosszéria elemek előnyeit a 4.2 fejezetben már leírtam, viszont ennek az anyagnak is vannak hátrányai:

Költség: A kompozit anyagok előállítása és feldolgozása költségesebb lehet, mint a hagyományos acél vagy alumínium. Az ilyen anyagok nagy részét kézzel vagy speciális, drága gyártási technológiával kell feldolgozni, például autoklávus sajtolás vagy rétegezés alkalmazásával.

Korlátozott javítási lehetőségek: A kompozit karosszériaelemek sérülése esetén a javítás bonyolultabb és költségesebb lehet, mint az acél vagy alumínium esetében. A hagyományos karosszériaelemeket gyakran egyszerűen kicserélhetjük, míg a kompozit elemek esetében a sérülés típusától függően szakértői javításra lehet szükség.

Újrahasznosíthatóság: A kompozit anyagok újrahasznosítása nem olyan egyszerű, mint az acélé, és bizonyos típusok, például a szénszálas kompozitok, jelenleg nem teljesen újrahasznosíthatóak. [17]

Miután mindkét alapanyag előnyeit és hátrányait megvizsgáltam arra jutottam, hogy számomra a kompozit anyag lesz a megfelelő, pontosabban az üvegszálas műanyag változat. Mivel ez egy egyedi szimulátor így sorozatgyártásról felesleges beszélni, így az acél hiába olcsóbb anyagárban, az előállítási költsége nagyon magas lenne. Ebben az esetben egy szerszámot kellene legyártatni ami egy termék esetében nagyon drága és sosem térülne meg. Az üvegszálas műanyag változat esetében hiába drága az alapanyag, ebben az esetben nem kell szerszámot készíteni, hiszen kézzel is kialakítható a forma. A kész termék

ellen darabját kifaragják általában hungarocellból és erre helyezik fel a rétegeket, majd vákuum hatása alatt elkészül a végtermék, ami erősebb és könnyebb lesz.

A karosszéria elemekre lehetőség szerint vigyázni kell, mivel a kompozit anyagból készült elemeket nehéz javítani, legtöbb esetben az egészet újra kell alkotni. A festék, ami az elem felületét védi és színét is adja, szintén könnyen lepattoghat kisebb erő hatására. A kompozit anyagok különös odafigyelést igényelnek, a megfelelő karbantartás és védelmi intézkedések elengedhetetlenek. Rendszeres tisztítás, megfelelő védőbevonatok és a környezeti hatások figyelembevétele segíthet megőrizni a kompozit anyagok élettartamát és teljesítményét.

7 Gazdasági számítás

7.1 Karosszéria elem előállításának díja

Ebben a fejezetben összegzésre kerül a karosszéria elem előállításának költsége.

Hungarocell hasáb beszerzési ára:

8 cm x 8 cm x 70 cm 1102 Forint

A műhelyrajzon is látható motorháztető befoglaló méretek (2.Melléklet): 704 mm x 760 mm x 710 mm, a 704 mm-es méretből 10 mm-t le kell vonni, ami a karosszéria vastagsága.

Tehát 90 db hasábra van szükség a forma kialakításához. Aminek az összes költsége:

90 x 1102 Forint = 99 180 Forint

Számomra $2 \times 0,75 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} + 0,75 \text{ m} \times 0,76 \text{ m} \rightarrow 1,62 \text{ m}^2$ -re van szükségem, egy kb 1mm-es vastagsághoz.

$1,68 \text{ m}^2$ -re 5réteg 225gr/m^2 -es üvegpaplan, az $1,68 \times 5 \times 225 = 1890$ gramm erősítő anyag kell.

Erősítő anyag, gyanta arány 1:3, tehát 5,67 kg poliészter gyanta kell.

Gél coat: általában 0,55-0,8 kg gél kell négyzetméterenként, tehát: $1,68 \times 0,65 \rightarrow 1,092$ kg kell

Üvegpaplan 225gr/m^2 -es 125cm széles 584 Forint 1 folyóméter. [18]

Forma leválasztó: 6350 Forint

Aceton 1 liter: 1319 Forint

Összegezve:

1. táblázat: Motorháztetőhöz szükséges anyagok (Forrás: saját munka)

Poliészter gyanta	5,67 kg $\rightarrow$ 5,7 kg	2100 Ft/kg	12600 Ft
Poliészter gél	1 kg	5000 Ft/kg	5000 Ft
Poliészter top-coat	1 kg	4250 Ft/kg	4250 Ft
Katalizátor	0,1537 $\rightarrow$ 0,2 kg	2700 Ft/kg	415 Ft
Üvegpaplan	1,89 kg $\rightarrow$ 2 kg	1980 Ft/kg	3960 Ft
Aceton	1 liter	1319 Ft/liter	1319 Ft
Forma leválasztó	1 db	6350 Ft/db	6350 Ft
Összesen			33894 Ft

Nagyjából 33894 Forintba kerülne a paplan és a gyanta, kerekítve 40000 Forint mivel gyantából csak egész kilót lehet venni.

Tehát a vákuumlaminálásig eljutni $99180 \text{ Ft} + 40000 \text{ Ft} = 139180 \text{ Ft}$ eljutni.

Ha a lamináláshoz megvan a gépünk a végösszeg nem fog nagyon változni.

8 Összefoglalás

Szakdolgozatom célja az Intézményben található autós-szimulátor gépre való karosszéria alkatrész tervezése. A karosszéria elemre két dolog miatt volt szükség. Első sorban a szimulátor élethűbb látszatot kelt, és esetleges szimulációk esetén sokkal pontosabb értéket tud adni.

A dolgozatom során bemutattam a laminálás lépéseit, előnyeit és hátrányait és ezzel a módszerrel elkészült karosszéria elem tulajdonságait.

A karosszéria és a szimulátor CAD modelljét a SolidWorks nevű programban csináltam meg, melynek diák verziója ingyenesen elérhető volt számomra. A modellek megalkotásának főbb lépéseit a dolgozatomban nyomon lehet követni.

A dolgozatban kitértem arra, hogy számomra miért a kompozit anyagból való karosszéria elem a jobb, a hagyományos acéllal szemben. Előnyök és hátrányok megvizsgálása után hoztam meg a kompozit anyag mellett a döntést.

A gazdasági számítás során kiszámítottam a karosszéria elem legyártását. Meghatároztam a gyártáshoz szükséges alapanyagokat és azok mennyiségét.

9 Hivatkozások

- [1 [Online]. Available: <https://knaufautomotive.com/construction-of-car-bodies-and-production-of-their-components/>. [Hozzáférés dátuma: 15 10 2024].
- [2 [Online]. Available: <https://autoprotoway.com/car-chassis/>. [Hozzáférés dátuma: 19 10 2024].
- [3 [Online]. Available: <https://www.zintilon.com/blog/automotive-car-chassis/>. [Hozzáférés dátuma: 21 10 2024].
- [4 [Online]. Available: <https://mugyantak.hu/laminalas-technologiaja>. [Hozzáférés dátuma: 16 10 2024].
- [5 [Online]. Available: <https://mugyantak.hu/vakuumozas>. [Hozzáférés dátuma: 16 10 2024].
- [6 [Online]. Available: <https://www.easycomposites.co.uk/learning/hand-laminate-vacuum-bag-simple-part>. [Hozzáférés dátuma: 16 10 2024].
- [7 [Online]. Available: <https://alliedfibreglass.co.za/advantages-and-disadvantages-of-vacuum-infusion/>. [Hozzáférés dátuma: 08 11 2024].
- [8 [Online]. Available:
] https://witch.mik.pt.e.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernok_Tanszek/Meiszterics_Zoltan/G%E9p%E9szeti%20anyagismeret%20-Anyagtan%20III/El%E5ad%E1s%20anyagok/Kompozitok.pdf. [Hozzáférés dátuma: 10 11 2024].
- [9 [Online]. Available:
] http://www.pt.bme.hu/futotargyak/94_BMEGEMTBEA1_2021oszi/Anyagok%20az%20energetik%C3%A1ban_polimer_7.pdf. [Hozzáférés dátuma: 23 10 2024].
- [1 [Online]. Available: http://www.pt.bme.hu/segedletek/a5_kompozitok_v6.pdf.
0] [Hozzáférés dátuma: 18 10 2024].
- [1 [Online]. Available: <https://www.xometry.com/resources/3d-printing/composite/>.
1] [Hozzáférés dátuma: 20 10 2024].
- [1 [Online]. Available: <https://autotechnika.hu/cikkek/karosszeria/10097/szenszalas-2-karosszeriak-a-toemeggyartasban>. [Hozzáférés dátuma: 8 11 2024].
- [1 [Online]. Available: <https://bimscaler.com.au/resources/what-is-surface-modeling-in-3-cad/>. [Hozzáférés dátuma: 18 10 2024].
- [1 K. László, CAD TANKÖNYV, 2012.
4]

[1 M. László, CAD alapjai, Edutus Főiskola, 2012.
5]

[1 [Online]. Available: <https://acelinox.hu/mit-kell-tudni-a-zartszelvényekrol-a-6-zartszelvény-jelentosege/>. [Hozzáférés dátuma: 28 10 2024].

[1 [Online]. Available: <https://autoprotoway.com/types-of-steel-used-in-the-automotive-7-industry/>. [Hozzáférés dátuma: 19 10 2024].

[1 [Online]. Available: <https://mugyantak.hu/anyagszuekseglet-kiszamitasa>. [Hozzáférés
8] dátuma: 9 11 2024].

10 Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra: Kézi laminálás alapelve [4]	10
2. ábra: A gyanta vákuummal való beszívása a szárazon összerakott erősítő anyagba [5].....	13
3. ábra: Vázlatkészítés parancsai (Forrás: saját munka)	20
4. ábra: Alaksajátosság (Forrás: saját munka).....	21
5. ábra: Kényszerek (Forrás: saját munka).....	22
6. ábra: Műszaki rajz (Forrás: saját munka).....	22
7. ábra: Vázszerkezet 3D-s modellje (Forrás: saját munka).....	23
8. ábra: Szimulátor (Forrás: saját munka)	24
9. ábra: Karosszéria elem a vázon (Forrás: saját munka).....	25
10. ábra: U profil vázlata (Forrás: saját munka).....	25
11. ábra: Ajtó a vázon (Forrás: saját munka)	26

11 Mellékletek

- 1.Melléklet: Ajtó műhelyrajza (Forrás: saját munka)
- 2.Melléklet: Motorháztető műhelyrajza (Forrás: saját munka)
- 3.Melléklet: Rögzítési pontok (Forrás: saját munka)

12 Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Matiszbuics Márk
A Hallgató Neptun kódja: OR521WL
A dolgozat címe: Autó karosszéria elem tervezése, gyártása szimulátorhoz
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Anyagtudományi és Gépi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év 11 hó 11 nap

Matiszbuics Márk
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Matiszlaics Márk (név) (hallgató Neptun azonosítója: OR52WL)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2024 év 11 hó 11 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.