

SZAKDOLGOZAT

FÓNAGY GÁBOR

SOPRON, 2024

SOPRONI EGYETEM
FAIPARI MÉRNÖKI ÉS KREATÍVIPARI KAR
FAIPARI ÉS MŰSZAKI INTÉZET

Biokompozit beltéri alkatrészek fejlesztése gépjármű átalakításához

Témavezető:
Dr. Alpár Tibor
Professzor

A dolgozatot készítette:
Fónagy Gábor
4. évf. fa ipari mérnök hallgató

Tartalomjegyzék

Kivonat	4
1. Szakirodalom elemzése.....	5
1.1 Fa melegformázása.....	5
1.2 A hajlítás fizikája	5
1.3 Faipari síkprések.....	6
1.4 Idompréselés.....	6
1.5 Faipari hidraulikus idomprések.....	7
1.6 Membránpréses és zsákos idomformázás.....	8
1.7 Biokompozitok	9
1.8 Történelmi áttekintés: fahasználat az autóiparban	10
1.9 Kutatási cél.....	12
2. Beltéri elemek tervezése.....	13
2.1 Art deco stílusról.....	14
2.2 Az ülés kialakítása.....	15
2.2.1 Ergonómiai szempontok	16
2.2.2 Anyaghajlítás korlátai.....	17
2.4 Műszerfal tervezése	19
2.4.1 Középső konzol tervezése	25
2.4.2 Tervezés lézervágásra	26
2.5 Ajtóborító tervezése	27
3. Elemek gyártási folyamata.....	28
3.1 Anyagok és technológia kiválasztás	28
3.1.1 Biokompozit készítése	29
3.1.2 Műszerfal borító anyagválasztása.....	30
3.1.3 Ajtóborító anyagválasztása.....	30
3.2 Gyártástechnológia kiválasztása	31
3.3 Vákuum préselés	32
3.4.1 Hajlító forma	38
3.5 A műszerfal kimunkálása.....	41
3.6 Műszaki rajzok	42
4. Összefoglalás	42
5. Köszönetnyilvánítás	43
6. Irodalomjegyzék	44
7. Ábrajegyzék.....	45

Kivonat

A dolgozatom célja, egy Fiat 126 p típusú jármű beltéri elemeinek átalakításának és modernizálásának bemutatása, figyelmet fordítva a fa alapú, környezetbarát anyagok alkalmazására. A projekt során nemcsak a formai megújítás a célom, de a jármű belső terének funkcionalitására és ergonómiájára is. Az autóiipari felhasználásra megfelelő, innovatív megoldásokat szeretnék kínálni. A tervezési folyamat során az alapanyagok és technológiai megoldások kiválasztásával egy egységes, esztétikus és fenntartható autóbelteret kívánok létrehozni. A fa alapú anyagok nemcsak környezetbarát alternatívát jelentenek a hagyományos műanyagokkal szemben, hanem lehetőséget adnak arra is, hogy az autó belső terét egyedi megjelenéssel és melegséggel ruházzam fel. A dolgozatomban részletesen bemutatom a tervezési fázisokat, kezdve az esztétikai és funkcionális célok meghatározásától, egészen a gyártási technológiák kiválasztásáig. A tervezési stílusirányom az Art Deco és a jármű saját stílusirányának ötvözete. A konkrét elemek, amelyekre fókuszálok, a jármű műszerfala, ülésai és ajtóburkolati elemei.

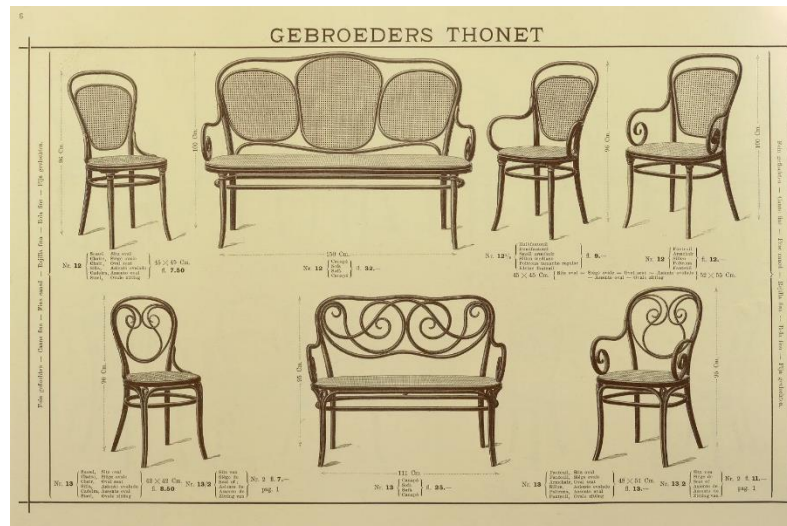
Exrtact

The aim of my thesis is to present a redesign and modernization of the interior elements of a Fiat 126 p, with a focus on the use of wood-based, environmentally friendly materials. The project is about updating the appearance and enhancing the functionality and ergonomics of the vehicle's interior. My goal is to offer innovative solutions for the use of automotive applications. With the used materials and technological processes, I intend to create a cohesive, aesthetically pleasing, and sustainable car interior. Wood-based materials not only provide an eco-friendly alternative to traditional plastics, but also offer the opportunity to give the vehicle's interior a unique look and feel of warmth. In my thesis, I will present the design phases in detail, starting from the definition of aesthetic and functional guide lines, all the way to the manufacturing technologies. My design style combines Art Deco elements with the vehicle's own specific features. The specific interior elements I focus on include the vehicle's dashboard, seats, and door panels.

1. Szakirodalom elemzése

1.1 Fa melegformázása

Közel sem újkeletű dologról beszélünk a gőzöléses faformálás már ősidők óta létezik, Hajótestek, kerekek és hordók gyártására egyaránt alkalmazták. Bizonyos hőfok és nedvességi tartalom fölött a faanyagban található lignin mátrix fellágyul, ez lehetővé teszi számunkra, hogy a faanyagot általános maximumánál tovább hajlítsuk szerkezeti roncsolás nélkül. A faanyag rosttelítettségi határán, azaz 25-30% nedvességtartalom mellett, valamint 70-80 C° hőfokon hajlítható a legjobban. (Szabó, 2001). A kívánt hajlítási sugár csökkentéséhez adott vastagságú alapanyagból muszáj kihasználni a faanyag maximális plaszticitását. Száradás és lehülés következtében, a lignin újra szilárdulásával az új formát öltött faanyag hajlítástól és igénybevételtől függően legtöbb esetben megnövelt dinamikai tulajdonságokkal rendelkezik. A hagyományos gőz hajlítási technológiát Michael Thonet német Bútor készítő korszerűsítette. 1851-ben (London Great Exhibition) bemutatott kollekcióval bemutatva a termékeit.



1. ábra Café Chair no.14-., Thonet hajlított bútorok <https://www.architecturaldigest.com/story/thonet-and-its-best-selling-no-14-chair-get-a-major-retrospective>

1.2 A hajlítás fizikája

Ha a faanyag hajlításáról beszélünk egyaránt fontos tisztában lennünk a megmunkálni kívánt faanyag sajátosságaival, mint maga a hajlítás természetével. Adott anyagot, esetemben a Bükk (*Fagus Sylvatica*) jellemzi, hogy egy adott vastagságnál milyen maximális rádiuszú íven lehet meghajlítani. Általánosan a Bükk $\frac{h}{R}$ tényezője $\frac{1}{2,5}$, ahol h: az anyag vastagsága R pedig a hajlítási sugár cm-ben. (Szabó, 2001). A hajlító idom, vagy

idomok tervezése közben különös odafigyelést igényel, hogy a hajlítási rádiuszok az anyag vastagságához igazodjanak pozitív és negatív idomokon is. Amennyiben a préselendő forma hajlatában az anyag R sugarú ívet követ, ott az agyag másik oldala $R+h$ sugarú ívet fog felvenni. Egy pontban tehát ahol a pozitív idomformán R sugarú ívet tervezünk kimunkálni, ott a negatív idomformán $R+h$ sugarú inverznek kell megjelennie.

1.3 Faipari síkprések

Olyan faipari gépezetek, melyek segítségével pl. nagy felületű sík alapanyagokat vagyunk képesek felületeiken egymásra ragasztani. Nagy keresztmetszetű hidraulikus dugattyúk által állítható elő a préseléshez szükséges nyomás, amely két, általában fűthető lap között préseli az alapanyagot, egyenletesen elosztva az erőt a felületen. A préselő lapok fűthetőek elektromos indukcióval, préslapok alatt fűtőcsőrendszerben keringtetett olajjal vagy vízzel, valamint nagy frekvenciás módon. A faipari hő síkprések általában többszintesek. (Németh & Szabadhegyi, 2000). Így hőhatásra kötő, keményedő, azaz víz bázisú és egyéb kémiai kötésű ragasztók, melyek között hőenergiát igényelnek a kötési folyamatok végbemeneteléhez legyárthatóak ezen technológiával. A dugattyúk által kifejtett megfelelő nyomás szinten tartásáért a gép vezérlőprogramja felel a préselés ideje alatt. A megfelelő présnyomás kiszámításához a specifikus géphez rendelt függvénytáblázat alkalmazható. Adott keménységű faanyaghoz és préselési művelethez megadott préselési erő átszámítható a dugattyúkban keletkező nyomás nagyságához. (Bier & Tittel, 1969)

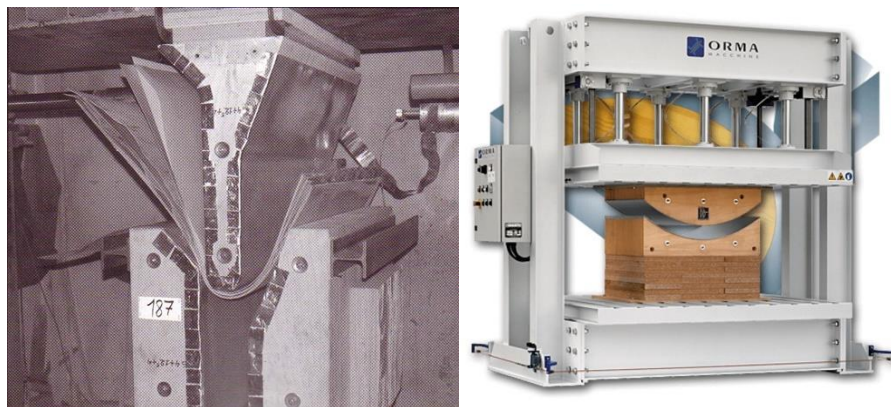
1.4 Idompréselés

A rétegelt lemez gyártási fogalmai között felmerül a hajlítás és formázás fogalma. Ahogy Dung Ngo és Eric Pfeifer fogalmaznak: „hajlításról beszélhetünk, mikor a rétegelt lemezt egy irányban hajlítjuk meg, mint egy vastag papírt. Formázáskor a rétegelt lemezt kettő irányba hajlítjuk meg, ezzel nem csak egy domború felületet képződik, hanem egy komplex háromdimenziós felület, akár egy tojáshéj”. (Ngo & Pfeifer, 2003). Továbbra is elengedhetetlen a préselendő felületekre helyezett egyenletesen eloszló préselőerő megteremtése. Megkülönböztethetünk mechanikus, azaz kézi és hidraulikus préseket, emellett egyirányú és többirányú préselési technológiákat. Kézi hajlítás alatt a hajlítóasztalból, szorítókból képzett keretokról és többrészes idomkeretokról beszélünk. A kézi erővel több helyen pótszerűen kifejtett erő oszlik szét az adott présidomokban.

(Szabó, 2001). Száradásig, illetve lehűlésig ebben a helyzetben tartva az alapanyagot. Hidraulikus idompréselésről akkor beszélünk, mikor a préseléshez szükséges szorító és tartóerő hidraulikus dugattyúk által van megteremtve. Egyirányú Idompréselés alatt értem azokat a folyamatokat, mikor a préselő, származzon az egy vagy több forrásból, egy irányú. Jellemző ez a hidraulikus présekre, vízszintes alapfelületre általában fentről lefele képez nyomást egy vagy több hidraulikus munkahenger.

1.5 Faipari hidraulikus idomprésék

Hidraulikus idompréselés általában kettő idomtestből álló présforma (negatív és pozitív forma) oly módon helyezkedik el a munkahenger és az alapfelet között, hogy a keletkező préselő egyenletesen eloszlik a préselendő alapanyagban az idomtestek közrefogásában. Hagyományosan a fent említett faipari síkprés pófái helyére vagy meglévő pófák közé egy pozitív és egy negatív idomforma kerül, melyek úgy lettek kimunkálva, hogy préseléskor a meglágyított préselendő alapanyag, adott vastagságon és pozícióban veszi fel köztük a végleges, kívánt formát. A préselőerőt egy vagy több hidraulikus munkahenger végzi, az 2-es ábrán látható módokon.



2. ábra Faipari idomprés és síkprés pófái közé helyezett idomforma

<https://www.woodworkmachinery.co.uk/products/orma-pfs-120s-bending-press>; Dung Ngo és Eric Pfeifer
Bent ply : The art of plywood furniture (2003).

Az idomformákkal csak egy adott vastagságú készterméket vagyunk képesek készíteni. Eltérő vastagság esetén az idomformákra hajlított külső belső rádiuszok nem feküdnek fel a préselendő anyagra formálás közben, ezért a hajlatokban esztétikai és strukturális hibák léphetnek fel, anyagelválás légbuborékok, használat közben tervezettnél korábban bekövetkező tönkremenetel.

Az idomformák nagyfrekvenciás vagy vákuumpréselés esetén általában MDF, rétegelt lemez, vagy egyéb homogén anyagokból készülhetnek. Tradicionálisan a végleges

idomforma hasábokból épül fel, melyek menetes szárral vannak összehúzatva keresztmetszetükben, ezzel képezve a végleges idomformát. Alumínium a nagyfrekvenciás idomprés kondenzátorfelülete. biztosítva az idomfelület pontosságát és az esetlegesen felületére préselt enyv is könnyen eltávolítható. Nagyfrekvenciás fűtésű prések az említett MDF lapokból elkészített idomok alkalmazásával működnek. Amennyiben fűtőcsövekben keringtetett olajjal vagy vízzel szeretnénk fűteni az idomokat, azokat teljesen alumíniumból vagy acélból kell kimunkálni. Nagyfrekvenciás idomprésen az alumínium elektródák az idomteszre vannak rögzítve. Préselés után az alkatrészek befogva tartva hűlnek ki. (Szabó, 2001)pp. 129. A nagyfrekvenciás idomprések előnye, hogy a préselendő faanyagot egyszerre melegíti át, így nem keletkezik adalékos feszültség a külső és belső furnérrétegek között. (Németh & Szabadhegyi, 2000)

1.6 Membránpréses és zsákos idomformázás

Technológiának köszönhetően az idomformán elhelyezkedő préselendő alkatrész minden pontjára, térorientációtól függetlenül érintő irányban merőleges és azonos mennyiségű préserő terhelődik. Megközelítőleg 9000 kg/m^2 nyomásnak felel meg $-0,9$ bar nyomás alatt, olvasható a Furnérozás a síkpréseléstől a membránprésékig cikkben a Faipar.hu oldalán. (Faipar.hu, 2021). Az eljárásnak köszönhetően nem kell egy vagy több irányú befogásról beszélnünk, mint a mechanikus és hidraulikus préselésekkel, mivel teljes felületre azonos préselő erő jut. Az eljáráshoz csupán egy pozitív idomformára van szükség, amire az előhajlított alapanyagokat helyezzük. Membránpréséken a préselő kamra, azaz a membrán egy nyitható keretben helyezkedik el, amit a munkaasztalra lehet hajtani. A munkaasztalra előkészített idomformát és az arra helyezett formálandó anyagot lezárják a membránnal, egy zárt kamrát képezve. A keretbe fogott membrán vagy fólia egy nehezen szakadó hőálló fólia, direkt ilyen jellegű alkalmazásokra kifejlesztve. A zárt kamrából egy kompresszor segítségével lehet légmentessé tenni a kamrát, ezzel előállítva az nyomást, ami segítségével formázható az alapanyag. A keletkező nyomás nem állandó, valamennyit enged a fólia és az eltávozó gőzök miatt csökkenhet a vákuum. A korszerű membrán présgépek kamra-nyomá szenzorai észlelik a nyomásnövekedést, és amint $-0,8$ bar fölé emelkedik, a prés szivattyúja bekapcsol, hogy korrigálja az értéket, így folyamatosan azonos nyomáson tartva a préselendő anyagot. Furnérozás a síkpréseléstől a membránprésékig cikkben a Faipar.hu oldalán. A formába vagy a munkaasztalba

fűtőszálak vezethetőek, ezzel alkalmasság válik a prés hőre keményedő anyagok alkalmazására, mint például melamin-karbamid-formaldehid. Ügyelni kell a prés gép fűtésére, nem emelhető akár 180-200 C°-ra a hőmérséklet a membránok olvadáspontja miatt. Vákuumban viszont a víz forráspontja alacsonyabb, így a magasabb fűtést igénylő ragasztók alkalmazása is kivitelezhető.

A zsákos idomformázás annyiban különbözik a membrán préséstől, hogy az idomot és az alapanyagot egy hasonló membránból készült zsákba helyezik egy keretes asztal helyett. Kevesebb helyet foglal és bármely munkafelületet felállítható. Ellenben általában kisebb alkatrészek formázására alkalmazható csak, valamint nehezebb az idom fűtését megvalósítani. Előnye a technológiának a költséghatékonysága és tárolhatósága a használatok között. Általános mezőgazdasági boltban kapható PE fólia alkalmazásával is a műveletre kiválóan alkalmas zsák készíthető. A hegesztések, illetve tömítések végett nehezen alkalmazható vastag membrán alapanyag a zsákformázáshoz.



3. ábra: Zsákformázás és membránprés. <https://faipar.hu/hirek/kapcsolodotechnologia/10002/furnerozas-a-sikpreselestol-a-membranpresekig>.

1.7 Biokompozitok

A biokompozitok, azaz természetes alapanyagból készült többfázisú, akár alkatrészeiben elhatárolt, erősítőanyagból, mely az alapanyag hiányosságait igyekszik kiegyenlíteni, pótolni és beágyazó anyagból, mátrixból áll (Czvikovszky, 2007). Adott fafaj szilárdsági, hőszigetelési, megjelenési, vagy egyéb jellemzői meghatározzák felhasználási körét a faiparon belül. Biokompozitok készítésével a fafajok különböző tulajdonságait erősíthetjük, fejleszthetjük újabb felhasználási módokat teremtve, vagy javítva meglévő alkalmazási területén. Általában egy fa furnér, rost, darálék, vagy por meghatározott erősítő mátrixsal és szálerősítő anyaggal lehet kombinálni.

1.8 Történelmi áttekintés: fahasználat az autóiiparban

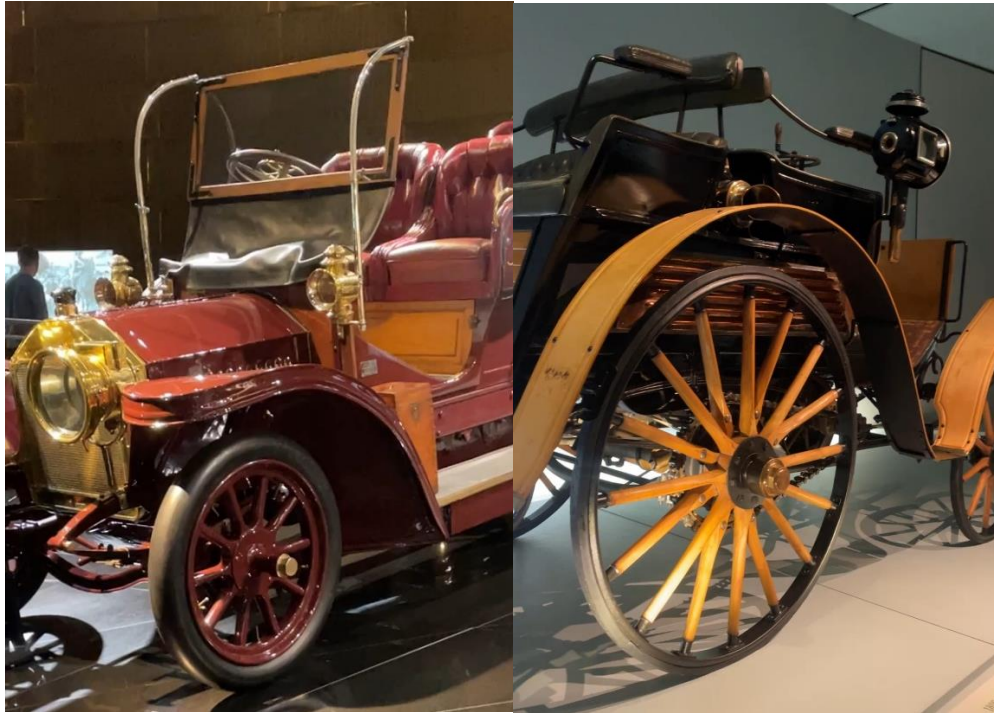
Napjaink modern autóiiparban a térformázott bepattanó furnér borítású elemek feltűnnek a műszerfal és ajtó díszítéseként, de esztétikai célt szolgálnak csak. Többségben pácolt furnérokról beszélhetünk melyek térhajlított műanyag vagy fém bepattanó hordozókra lettek rögzítve. Hasznos funkciót nem látnak el általában, valamint a természetes fa színek is kevésbé jelennek meg. Projekt munkám során szeretnék rávilágítani a különböző fakompozitok alkalmazási lehetőségére a modern faiparban. Olyan alkatrészek tömeggyártási lehetőségeit helyezem előtérbe, melyek ötvözik a modern autóiipar igényeit az újrahasznosítható és elmaradtnak hitt anyagok felhasználását.

Ne feledjük, a modern világ gépjárművei lovaskocsiból alakultak ki, melyek egykoron túlnyomórészt fából készültek. Egy 19 századi előkelő lovashintót példának véve az ajtók, ülések, kerekek és kényelmet, illetve vezetést szolgáló eszköz túlnyomó részt fából lett kimunkálva, ahogy a 4-es ábrán is látható.



4. ábra Viktoriánus lovaskocsi 1835. (<https://www.dailymail.co.uk/news/article-2898892/Collection-horse-drawn-carriages-used-royalty-luxury-Champagne-houses-sale-combined-1-5m.html>)

Amint a 20. század első autómobiljei megkezdtek életútjukat rendkívül sok hasonlóságot lehet felfedezni az egykori lovaskocsikkal, hiszen az ember abból építkezik és merít ötletet, amit ismer. Az 1900-as évek első járműveinek egyértelmű ismertetőjelei a tágas utazótér, gyönyörű fadísztetésű sárvédők, fa karosszéria, fa kerékvázszerkezet és persze a fa kormány (lásd 5. ábra).



5. ábra Mercedes-Simplex (1915) és Benz Velo (1900). Stuttgart Mercedes-Benz Múzeum, saját fotók

Mégis egy tényező változtatta meg a tradicionális faszervezetű járművek fejlődését, mégpedig a sebesség. A belsőégésű motorok fejlődésének elkerülhetetlen velejárója az utazósebesség növekedése, ami egyértelmű presztízs, hiszen a második ipari forradalom idején is, mint most is minél gyorsabban szeretnénk eljutni célállomásunkhoz, a lehető legkényelmesebb módon. Nyilvánvaló, hogy ha az adott teljesítményű motornak adott tömeget kell mozgásba hoznia és mozgásban tartania, annál nagyobb sebességen teheti ezt meg, minél kisebb az a tömeg. A fánál lényegesen könnyebb a csekély vastagságú lapolt fém és ugyanazon hajlított motívumokat ki lehet vele alakítani. Nem is beszélve arról, hogy egy feltételezett tönkremenetel esetén lényegesen nehezebb megjavítani a megrongálódott faanyagot. Kikövetkeztethető tehát, hogy az autók váza és karosszériája időről időre kevesebb fát tartalmazott és lényegesen több fémet. További indoka a megnövekedett fémhasználatnak a korai autókban a második ipari forradalom. Az autómobilok fejlődésével egy időben, a 19 század végétől a 20 század elejére tehető. Az acél és fémmegmunkálás, ipari kohók rohamos fejlődése és a tömeggyártás és standardizálás kialakulása idejében járunk. Egyértelmű, hogy az Amerikai Ford Motor és Deimler Mercedes autógyárak, a belsőégésű motor és tömeggyártás úttörői is több acélt és fémet fognak használni korszerű járműveikben. A fa, mint a lovaskocsik alapvető és diverz alapanyaga háttérbeszorult és hirtelen másodlagos alapanyag, illetve díszítőelem pozíciót vett fel.

Az utazóülések vagy utazó padok radikális átalakuláson mentek végbe. Eleinte a váz részét alkották és padszerű megjelenésük volt. Kialakításuk korlátozta a kezelőszervek kényelmes vezetést kínáló élményét, sokszor a váltó és fékkarok, illetve egyéb kezelőszervek az utastéren kívül a külső karosszériára helyezkedtek el, mai viszonylatban a visszapillantó tükrök helyzetébe.



6. ábra Kezelőszervek az utastéren kívül Mercedes archivum: <https://mercedes-benz-archive.com/marsClassic/en/instance/ko/618-hp-and-2770-hp-Benz-1918---1923.xhtml?oid=4457>

Az egybefüggő ülésfelület a front üléseknél kevésbé, de a hátsó üléseknél akár a 80-90-es évekig alkalmazták. Az egyszerű fa szerkezet, azaz a pad jelleg korán kezdte elveszíteni szerkezeti tulajdonságait. A moduláris gyártásba nehezen elképzelhető egy tartó padszerkezet beépítése egy autóba. A gyártószalagon pedig gyorsabb és egyszerűbb technológiai fejlemény, ha az utastér részei minél jobban elkülönülnek egymástól. Az ülések, kezelőszervek, kényelmi elemek külön-külön beszerelésűek lettek, több fémet és műanyagot alkalmazva, hiszen a fémből kimunkált és műanyagból formába fröccsöntött alkatrészek gyártása lényegesen gyorsabb, pontosabb és költséghatékonyabb is.

1.9 Kutatási cél

A projekt fő célkitűzése: a gépjármű belsejébe olyan egyedi anyaghasználatú vagy gyártástechnológiával elkészített elemek tervezése és gyártása, amelyek a modern autóiparban potenciálisan felhasználhatóak legyenek. Az innovatív alkatrészek gyártása a cél. Meghatározó stílussal rendelkezzenek az alkatrészek és egyedi szemrevételezés során legyen megállapítható az elemekről, hogy egységes formavilággal rendelkeznek

2. Beltéri elemek tervezése

Tervezés során az autó eredeti belső stílusát nyomokban terveztem meghagyni, hiszen az ikonikus és felismerhető elemei is teszik a járművet korszakalkotóvá. A 70-80-as évek bútor stílusirányzatai egyértelműen megjelennek a műszerfalon, ajtóbéléseken és üléseken egyaránt. A korszak stílusjegyeit erősen tartalmazza, jól észrevehető és jellegzetes az általános minimális, nem túlkomplikált elemek, valamint, a rendkívül költségsökkentett gyártástechnológia és anyag használata az olasz Fiat 500-hoz képest. Az említett ismertető jegyei nem hátrányai a járműnek, fénykorában pont a megfizethetősége miatt lett ennyire népszerű. A Fiat 126 p járművet Lengyelországban gyártották 1973-tól. Kialakításában hasonlít olasz elődjéhez, mégis a korszerűsítés és a megfizethetőség érdekében beltéri kialakításukban eltérnek. Míg az FSM által gyártott 126 p egyenes lecsapott éleket preferál Fiat 500 történelmét figyelembe véve szerettem volna hű maradni az eredeti Fiat 126-Polski kialakításához, amellett, hogy gyártásban megvalósítható legyen, valamint egyértelműen fellelhetőbb jegyei legyenek a Fiat 500-as modellnek is. Míg az 500-as modellek hajlított fém műszerfalat letisztult és lekerekített kialakítást jellemeznek bőr és szivacs ajtóbélések és rugós ülésekkel vannak felszerelve. A 126-os modellek kimunkálatlan egyszerűen hajlított fém, motívumokkal ellátott kifeszített műbőr borítású műszerfallal rendelkeznek, valamint műbőr és növényi rost-szivacs béléses üléssel, műbőr ajtóborítóval. Saját designomként szerettem volna a 60-as évek bútor és az 1920-as évek „art deco” stílusirányzataival dolgozni, ezzel tisztelegve a Fiat 500-as korszaka előtt, emelve a Kispolski durva stílusán mégis megtartva az eredeti egyszerű értékeit.

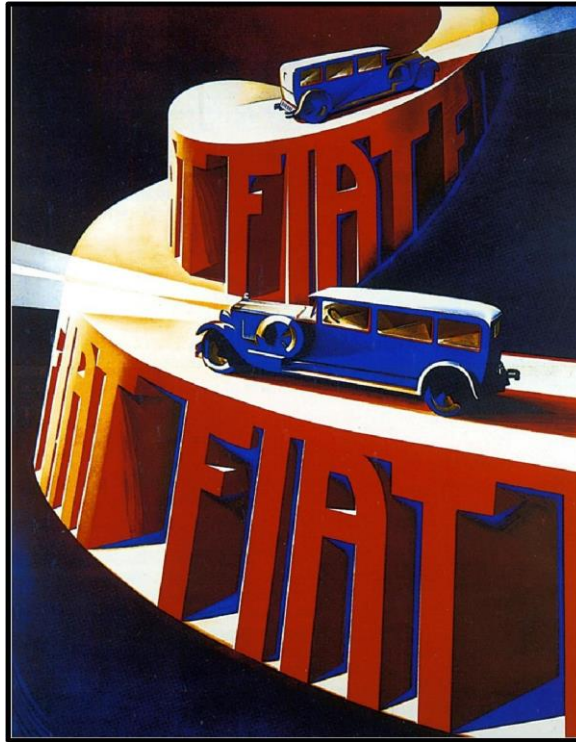


7. ábra : Fiat 500 műszerfal ~1960 <http://oldtimer.photography/photos/2014-oldtimertreffen-bad-bentheim-herrenberg/Fiat-500-Interior.JPG>

8. ábra Fiat 126 "Polski" Műszerfala ~1970-75 <https://eastgear.hu/en/product/polski-fiat-126p-lilpok/>

2.1 Art deco stílusról

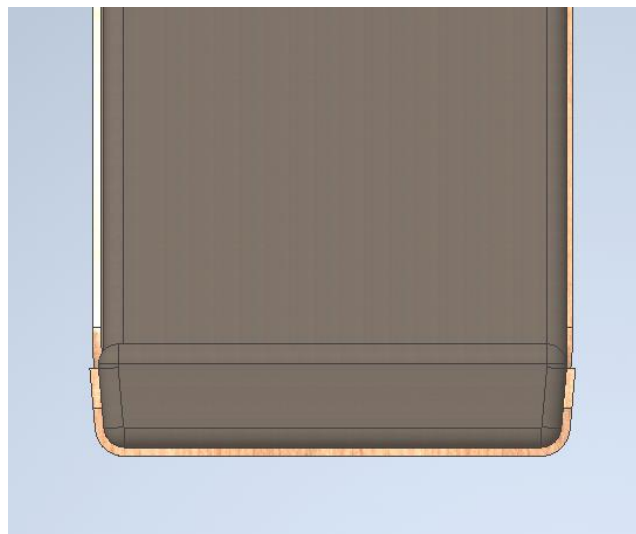
1920-30-as évek elején keletkező korszakalkotó stílusirányzat, mely a mai napig kedvelt és használt a grafikai tervezésben, belső építészetben, bútor és textiliparban. (Bhaskaran, 2021). A stílus legfőbb ismertető jelei az alapvető geometriai formák használata, szimmetria és az egyszerűség. A stílusirány célja, a luxus érzet megteremtése az egyszerű formákkal, díszítő elemekkel, valamint specifikus anyaghasználattal. 1920 környéken Franciaországból indult ki ez az iparművészeti ág, mely nevét 1925-ös kortárs formatervezés alkotásait bemutató expo után kapta: Paris Exposition des Arts Décoratifs et Industriels Modernes. (Bhaskaran, 2021). Később az Egyesült Államok játszott nagy szerepet a stílusirányzat sikerében, főként a New Yorkban épülő Chrysler és Empire State épületekkel. A 40-es évek környékén megjelenő art deco stílusú hirdető plakátok inspiráltak a legfőképp, pont az egyszerű geometriai formák összhangja ihletett meg, hogy ehhez hasonlót készítsék a projekt autómába. Ezeket a reklámplakátokat élénk színek egyszerű szögletes geometriai formák jellemezték. Megfigyelhető motívum ezeken a plakáton a luxus, az utazás, sebesség, valamint az elegancia, mivel a korszak reklámcélpontjának, a középosztálynak a világ távoli részeire való utazása a technológia vívmányainak köszönhetően kényelmesen és elegánsan is megengedhető volt. Óceánjáróval való utazás saját autómobil és kifinomult lakhatási környezet iránti igény vonható le a plakátokból. Középületek homlokzati kialakítása és a használati termékek formája ihlette az ülésformák kialakításait. Megfigyelhetőek az ábrákon a formákban megjelenő hosszú egyenes vonalak, illetve felületek, amik nagy rádiuszú lekerekítésben végződnek. Fontos a megjelenő élek és görbék összhangja és aránya. Példának okáért megfigyelhető ez az elnyújtott U forma, melynek párhuzamos szárai lényegesen rövidebbek, mint az alsó vonala. A lekerekítések egy érdekes és kellemes mégis lényegében egyszerű formát képeznek. A megjelenő U forma jól felismerhető az ülésformák keresztmetszeteiben több ízben is.



9. ábra Art Deco Stílusú hirdető plakát

2.2 Az ülés kialakítása

Mint már azt korábban említettem termékem gyártásához zsákos vákuumpréselést alkalmazok, tervezési kritérium volt számomra, hogy az ülés kialakítása igazodjon gyártástechnológiához. Kedvező tényezője a projektnek viszont, hogy a kiválasztott stílusirányzatok kombinációja igényli az egyszerűségere való törekvést és a letisztult kialakításokat.



10. ábra az ülés alapjául szolgáló U forma

Prototípusok rajzolása során figyelembe vettem, hogy az ülés eredeti állítósínére rögzíthető legyen az idompréselt ülés. Az autó korlátozott belső tere miatt ügyelnem kellett a készülő ülés befoglaló méreteire, hiszen kellemetlen, ha nem fér be az utastrébe a késztermék, vagy aránytalanul kicsi az eredetihez képest.



11. ábra Eredeti ülés állítósín és beltér inspiráció. <https://player.hu/auto-motor-2/carlex-design-polski-fiat-126p>

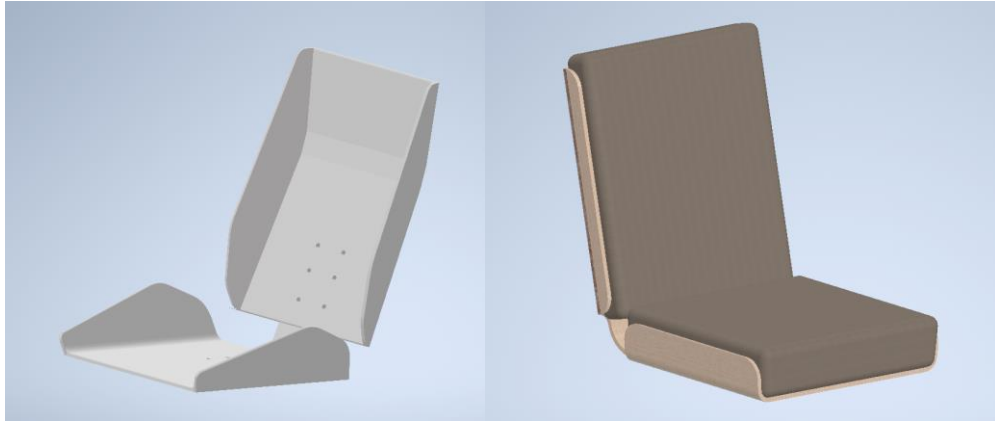
2.2.1 Ergonómiai szempontok

A tervezéshez a jármű eredeti ülésének mért méreteit használtam fel, figyelembe véve az üléstervezés ergonómiai elvárásait. Szempontok, amikre tervezés közben figyeltem a következők: Egy ülésnek legalább 10°-os dőlésszögű háttámlával kell rendelkeznie, amely kellő felületen alátámasztja a vezetőt használat közben. A térdhajlatnál található ülésnél nem nyúlhat ki, lehetőleg a párnázatnál rövidebb legyen, vagy a párnázat ráhajoljon. Legtöbb, a ki-beszállásnál támaszkodó célú felület legyen lekerekítve, hogy még véletlenül se ejtsen kárt a felhasználóban és kellemes fogást, illetve ülésélményt kölcsönözzön a felhasználónak. Az ülés préselt felülete teljes, lyukakkal, illetve más formájú könnyítő nyílásokkal nem rendelkezik, hiszen az irányadó stílus és felhasználás nem igényli, a megmunkálást csak bonyolítaná. Az ülés alapvető ergonómiai feltételei a tervezési folyamat alapját képezték. Mind a modern autók sportülései, mind a veterán 60-80-as évek autójának, kifejezetten a Fiat 126 p-nek üléseinek karakterisztikáinak összehangolásával valósult meg. Megfelelő ülési dőlésszög, az ülési felület nagysága és formája, valamint a támasztó felületek kialakítása is a tervezési folyamat fontos elemeit képezték. Az ülés tervezésénél egy közös nevezőt szerettem volna a teremteni a modern autóülések személyre szabottsága és a veterán autók elavultnak tekinthető ülései között. A tervezett autóülést egy folytonos anyagból alakítom ki. Merevsége miatt nem állítható dőlésszögű. Az alapvető ergonómiai igényeknek szeretném megfeleltetni olyan módon, hogy modern felhasználásra is elegendő legyen egy letisztult stílusban. Figyelembe vett szempontok az alapvető kényelem, a megfelelő alátámasztottság és háttámasz.

(Jhinkwan, 2014). Az ülést egy meglévő dönthető sínre fogom szerelni így fontos kalkulálni a vezetés közben felvett üléspozícióra. Legyen elég hely a térdeknek a kormány és az ülés párnázat között és mégis nyugalmi pozícióban megközelítőleg 90°-os szöget zárhassanak be a térdek. A limitált utastér generációs probléma a Fiat 126 P vezetői közt, nem véletlenül hallunk történeteket megtermett emberekről, akik a hátsó ülésen ülve vezették az autót. A készített ülés ülésmagassága közel azonos lesz az eredeti ülésével, néhány centiméter különbség természetesen adódhat a párnázat eltérősége miatt. Az ülés szélessége 480 mm, amely közel azonos az eredeti ülésével. A kellően széles ülés tervezése alapvető ergonómiai szempont, hiszen változó testtartású és termetű felhasználók kényelmi igényeit is ki kell elégítenie. Az egészséges testtartás mellett fontos az anyaghasználat a párnázat és az egész ülés tekintetében. Az ülés szerkezeti és stílus kialakításáról dolgozatomban tág leírást adok, viszont az ülés párnáztát még nem taglaltam. Az eredeti ülés rugók, rácsok és valószínűsíthetőleg puha farost kombinációjából készült, mely egy egyszerű 20 mm vastag szivaccsal volt bevonva, illetve műbőr kárpitozást kapott. Saját ülésembe nem tervezek rugókat építeni az egyszerűség megőrzése végett. Az ülés egy 70 mm vastag kókuszrost és egy 30 mm vastag tömörített kókuszrost magból álló pránázatot kap. Erre kerül majd a 20 mm vastag szivacs réteg és a bőr vagy műbőr kárpitozás. Egyszerű kialakítás, amely a kókusz szálak puhaságát és tömöríthetőségét alkalmazva nyújt kényelmes felhasználói élményt. Mindezekkel az ülés szinte teljes egészében természetes alapanyagokból készül.

2.2.2 Anyaghajlítás korlátai

Az ülés tervezése Autodesk Inventor valamint AutoCAD programban történt. Sportülések, az eredeti ülések, valamint az említett Art deco stílus ötvözéséből készült el tucatnyi prototípus rajzolása után a végső ülés design. Különböző kapcsolatok, ülés szélességek, alakok és hajlítások kipróbálásával kiküszöbölhettem azokat az elemeket, melyek nem illenének a kitűzött elvárásaimhoz. A rengeteg prototípus segítette mélyebben elsajátítani a tervezőprogramok használatát és ezzel pontosabban képes vagyok leképezni a kigondolt terméket.



12. ábra Első ülés prototípus 1.2.1

13. ábra Végző ülés prototípus 6.1.0

Prototípusok készítése, tesztelések és konzultálás során tapasztaltam, hogy 3 dimenziós hajlítások¹ elkerülendők és 2 dimenziós hajlítások alkalmazandóak az ülés egyes részein, főleg az ülés fenék és az ülés hát találkozásánál.

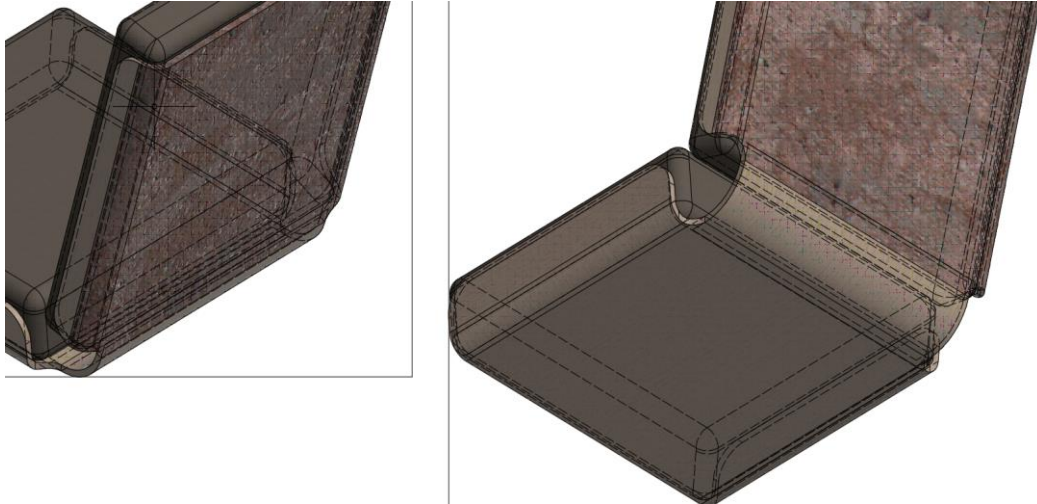
Hajlításkor, mint a mechanikai alaptanulmányok során megismertük, az egyes anyagrétegek elcsúsznak egymáshoz képest, természetesen a hajlítás mértékével arányosan növekvő távolsággal. Amennyiben egy ponton három irányban szeretnénk meghajlítani az anyagot, az szál orientációtól függően, de nagy valószínűséggel meg fog repedni. A szálakra merőleges húzási igénybevétele lényegesen kisebb a faanyagnak, mint széliránnyal párhuzamos. Egyszerűen nem képesen az egyes szálak eléggé egymáshoz kapaszkodni, ezért az anyag kisebb erőbehatásra tönkremegy. Konklúzióként 3 dimenziós hajlításkor és préseléskor, nem csak a megnövelt területre mért préselő, de a többirányban egyszerre elcsúszó rétegek és ráhagyások komplikációja miatt is döntöttem a 2 dimenziós hajlítások alkalmazása mellett egyes csomópontokban.

Mint ahogyan a visszahajló íjaknál is láthatjuk, amennyiben előre hajlítjuk az anyagot, az sokkal nagyobb hajlítási erőt lesz képes felvenni. Tekintve, hogy hajlításkor a szélső szálak tömörödnek ill. nyúlnak, amennyiben ezeket a szálakat tehermentesítjük, akkor nagyobb erőt fognak tudni felvenni. Az ülés anyaga 9 mm vastag és külső rádiusza 10 cm nagyságú. Ami azt jelenti, hogy mért méretek szerint a külső rádiuson mért hajlításkor tömörödő anyag hossza 12,264 cm míg a belső élen mért hajlításkor nyúló anyag hossza

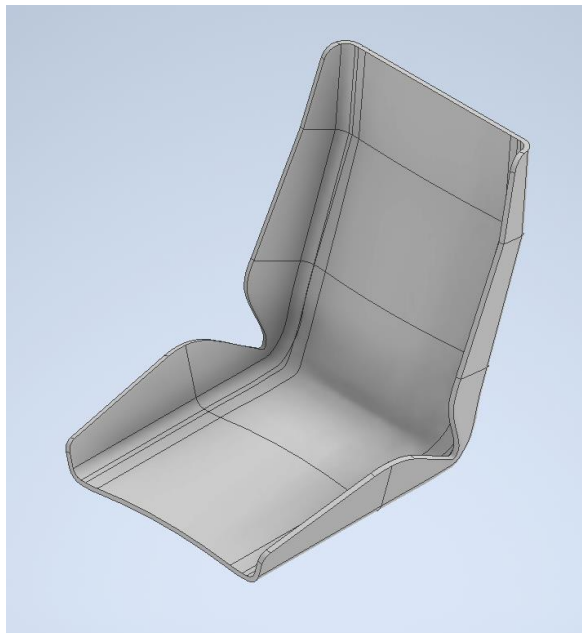
¹ 3 dimenziós hajlítások alatt értendő olyan anyagmanipulációk, amikor adott szögben és adott rádiusszal 3 anyagsík találkozik.

11,16 cm tehát a külső él 11 mm-rel hosszabb. Ami azt jelenti, hogy az anyagnak és az egyes rétegeknek van tere nyúlni és tömörödni is.

Továbbá, a 2-nél több dimenziós anyagmanipuláció félő, hogy nem stílusirány követő. Véleményem szerint anyaghajlítás komplexitásának növelése egy futurisztikus terméket eredményez, ami hátráltatná a termékem eszmei üzenetét.



14. ábra Hajlítások adott pontokban 2 dimenzió



15. ábra Prototípus. Túl futurisztikus és sportos az elképzeléseimhez. Több 3 dimenziós hajlítást tartalmaz

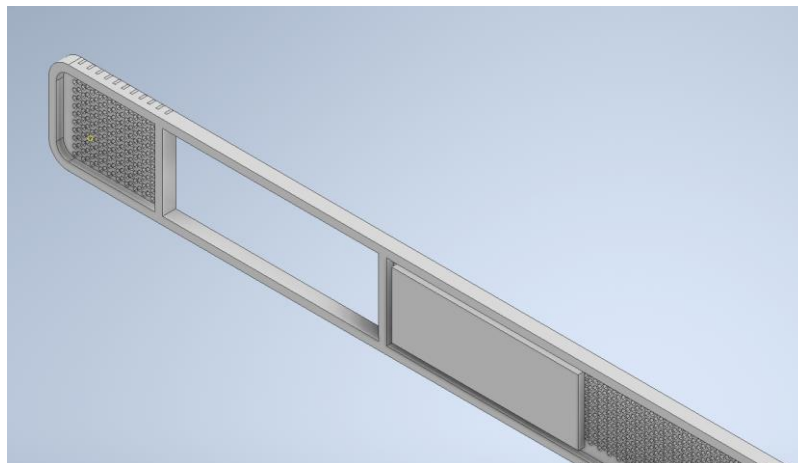
2.4 Műszerfal tervezése

Egy stílusában kialakításában és funkciójában átgondolt terméket tervezek az ülés projekt keretein belül. Úgy gondolom viszont, hogy a termék környezete is módosítható és a

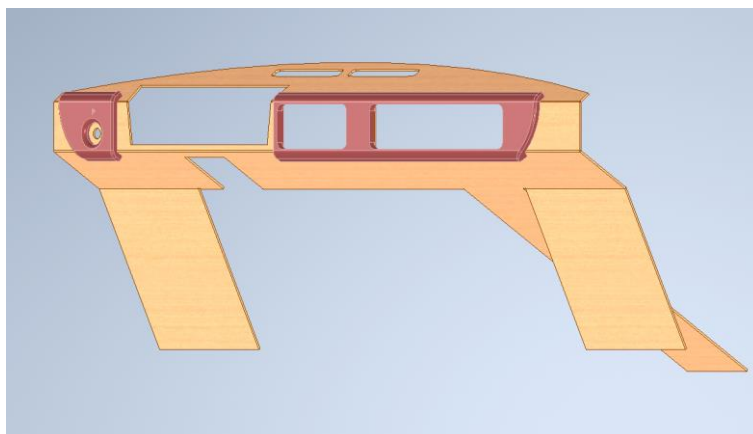
kigondolt termékhez illeszthető. A műszerfal borító, a középső konzol borító és az ajtó borító elemek egyaránt az autó belterének és ezzel atmoszférájának fontos elemeit képzik. Célomnak tartom az alkatrészek egységes stílusban való megvalósítását, az eredeti funkciójuk megőrzése mellett. Fontos számomra az innovatív anyaghasználat, mely utal az autóiipar múltjára és tradícióira, felvetve a kérdést, hogy a jelenben mi az elterjedt anyaghasználat a modern autók színterén és összevetve, hogy honnan eredeztetik az autók a kényelmi funkcióinak fejlesztésére való törekvés. Érdemes-e több újrahasznosított és faalapú alapanyagot használni az autóiiparban.

Az eredeti Fiat 126 p járművön a műszerfal borítása a meglévő lemez fémvázra feszített műbőr. Amennyiben fából tervezett műszerfalat szeretnék készíteni, figyelembe kell venni, hogy a fém vázat úgy alakították ki, hogy a további ráépítendő műszerek és tartozékokat minimalizálják. Ennek értelmében, ha további modernebb, ergonomikusabb kiegészítőket tervezek beépíteni, számolnom kell a ténnyel, hogy minimális tér áll rendelkezésemre.

Elvettem az eleinte rétegelt lemez panelekből, idegen csapokkal összeillesztett síkობól álló műszerfal ötletét, hiszen a letisztultság megőrzése és términimalizált végtermék bonyolult terméket eredményezett volna, ami nem lenne stíluskövető. Megoldásom egy Universal Laser System ILS 9.150D Laser CNC gép segítségével készített kikönnnyített rétegelt lemez borítás, mely szabadon hajlítható a tér minden irányába. Ezen megoldás lehetővé teszi a letisztult végterméket, mely elegánsan rögzíthető a jelenlegi műszerfalvázhoz, valamint emelhet az utastér minőségi érzetén.



16. ábra Műszerfal kezdeti modell

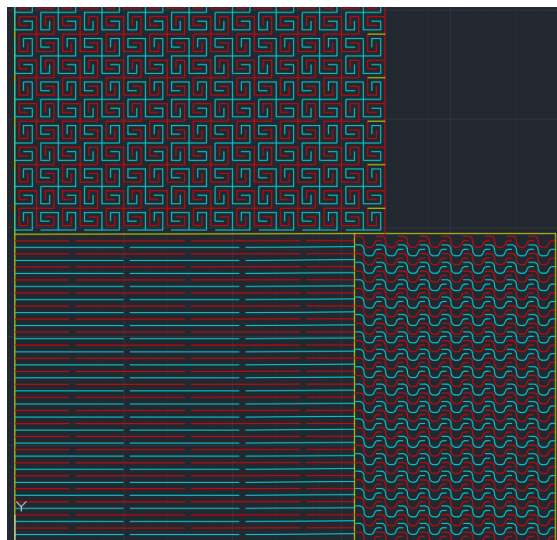


17. ábra Műszerfal hajlított végleges változat

A 4 mm vastagságú szimmetrikus geometriai mintázattal teljes felületén kikönnyített rétegelt lemez lapok rugalmassága többszöröse az eredeti kikönnyítetlen lapnak. Alapvetően a rétegeltlemezek előnye abból származik, hogy egy átlagos faanyaghoz mérten nem egyirányba mutat csak a lap száliránya. A furnérlapokat ragasztáskor egymásra merőlegesen pozícionálják, így elérve, hogy a termék két hajlítási irányra is hasonlóan rugalmas és terhelhető legyen. (A természetes faanyag egyes anatómiai irányaira változó nagyságú rugalmassági szilárdságot mutat, ún. ortogonálisan anizotróp anyag). A sűrű mintázatú lézer vágásokkal átmetsszük a farostok többségét, ezzel ugyan gyakorlati hajlítószilárdság csökkenést eredményezünk², viszont sokkal rugalmasabbá, alakíthatóvá tesszük az anyagot. Ha az elméletét tanulmányozzuk, akkor beláthatjuk, hogy a hajlítás során ugyanazon erő hatására azonos körbefogó méreten végez a test nagyobb méretű kihajlást. A nagyobb méretű kihajlás pedig az egyes keletkezett járatok egymáshoz mért akadálymentesített elmozdulását jelenti. Egyszerűsítve, megnövekedik a hossz, esetünkben a terület, amin a hajlítást végezzük. A műszerfal hajlítómintázatához több próbamintát is teszteltem, hiszen nem csak az esztétika, de a megfelelő mértékű és adott térirányú hajlási képesség is számottevő tényező. Választottam mintákat, melyek a tér minden irányában azonosan engedik tovább hajlani az anyagot eredeti kihajlási maximumánál és vannak minták, melyek egy adott irányba, illetve adott hajlítási tengely mentén engedik meghajolni az anyagot. Minden minta alapja az egységes mintavastagság és a folytonos és mintatörés nélkül végteleníthető minta volt. Mintavastagság alatt a kivágott kikönnyítő járatok vastagságára gondolok. A járatok vastagságával és a minta sűrűségével határozhatjuk meg a kikönnyítés mértékét. A kikönnyítés mértékével

² A kikönnyített lapra mért hajlítószilárdsági vizsgálat eredményei csökkennek, ellenben a faanyag épp szerkezetében nem teszünk változtatást. Az érintetlen faanyag elméleti hajlítószilárdsága változatlan.

fordítottan arányosan csökken a hajlítás sugara. A hajlítás sugarának csökkenésével és a minta sűrítésével, azaz az anyag rugalmasságának csökkenésével, kisebb sugarú hajlításkor a járatok érintőként kezdenek el működni és kitüremkedő éleket láthatunk a rádiusz mentén. Az anyag kitüremkedések nem teljesen elkerülhetőek, de jó indikátorai lehetnek a túlhajlításnak.

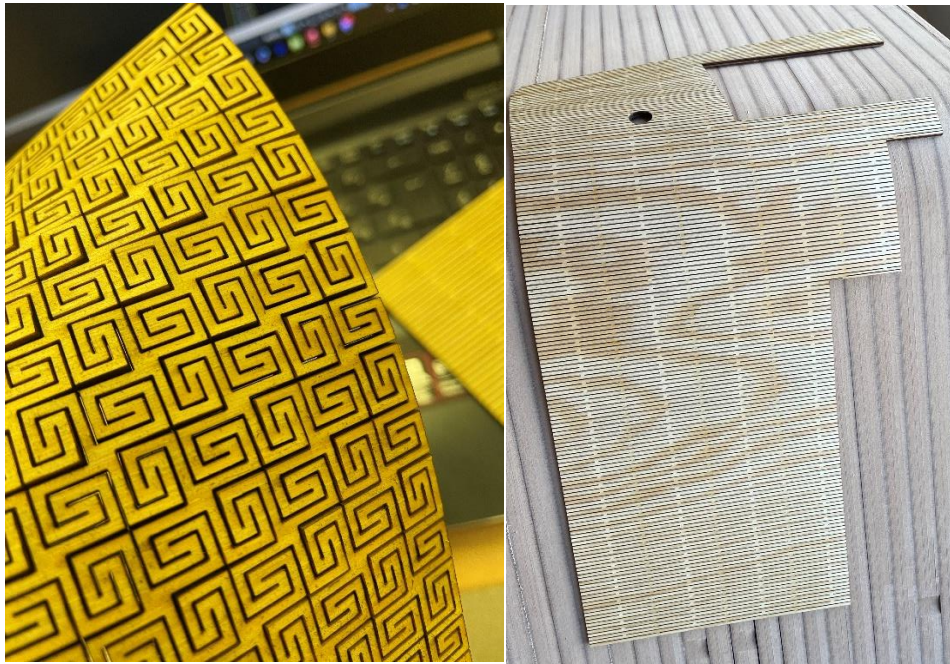


18. ábra Saját minták próbatétjei koncepció

Első saját mintámon (ábra 18.) tökéletesen látható a mintakészítés főbb szabályainak mellőzése. A minta végteleníthető, viszont egyértelmű törések láthatóak benne mind vertikálisan mind horizontálisan. Az általam készített első minta hasonlít a későbbi folytonos szögletes csigamintára, viszont láthatóan egy vékony rácsszerkezetet hagyott az anyagban, mely meggátolja a hajlításban és mereven tartja. Az egyes járatok külön működnek egymástól, önmaguk kitüremkedését lehetővé teszik.



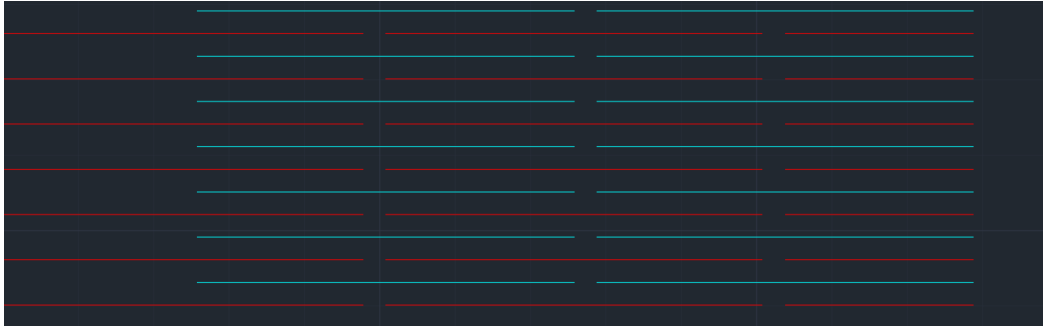
19. ábra Első saját minta és végleges műszerfal



20. ábra Szögletes csigaminta.

21. ábra : Szaggatott vonal minta.

A 19-es ábrán látható csiga formázású minta több irányban engedi az anyag hajlítását, viszont nem elég kicsi hajlási rádiuszban, a műszerfalra nem tud rásimulni teljes felületében. Választásom a szaggatott vonalas mintára esett, hiszen megjelenésében lényegesen jobban illik az Art Deco minimalista párhuzamos mintázatába, amellett, hogy elegendő kikönnyítést biztosít ahhoz, hogy a műszerfalra teljesen rásimuljon. A műszerfal kialakítása csak egy irányú hajlításokkal végig vezethető.



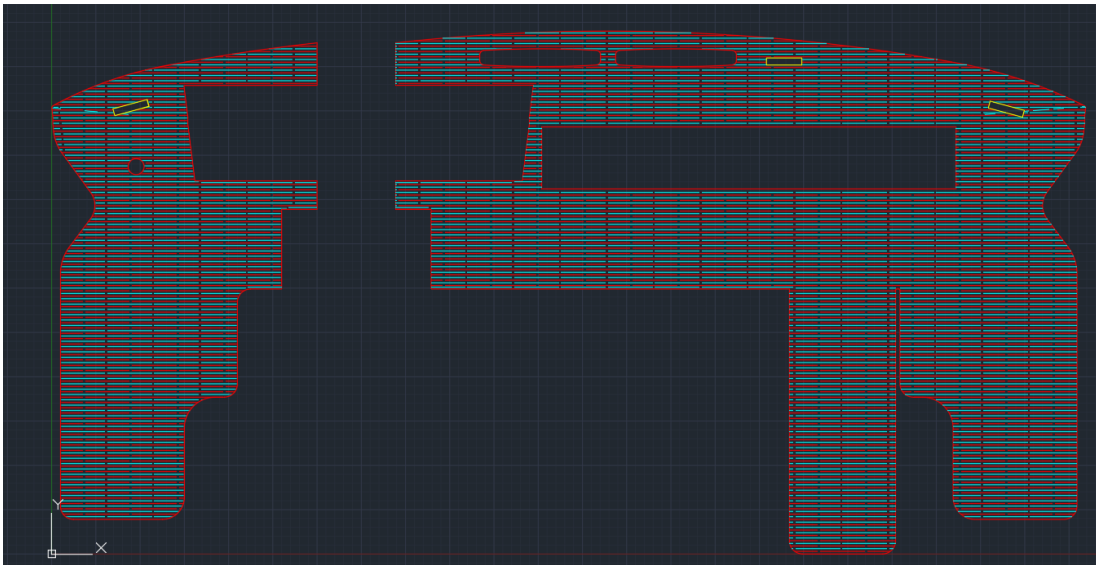
22. ábra Szaggatott vonalas minta

A műszerfalon további a 16-os ábrán látható pirossal jelölt alkatrészekhez hasonlóan parafa lapból díszítőelemek fognak megjelenni. A kiegészítő alkatrészek a visszatérő anyaghasználatot erősítik, hiszen az ajtóborítókön látható berakásokkal megegyezik. Az ajtóhajlatoknál található mindkét oldalon egy lecsapás, ami egy háromszög alakú ferdén hajlított formát eredményez. A prototípusok gyártásakor úgy döntöttem, hogy ezt a részt szabadon hagyom. Így elegánsan végigfut a műszerfal borítása a vázon, emellett megmutat egy keveset a piros hajlított fém műszerfalból. Véleményem szerint egy egyszerű és elegáns megoldás egy problémára, mely akadályozhatta volna a műszerfal érdekes megjelenését. A műszerfalborítás rögzítésre a fémvázon az eredeti fémkampók és csavarok által lesz megvalósítható. A lapos kampókat az alkatrész felső ívén látható három téglalap alakú rögzítő kivágásokon keresztül lehet megtenni. Az eredeti műbőr borítás alján egy kemény gumiszalag futott, melyet be lehetett akasztani a laposkampókba. Eredetileg el szerettem volna távolítani a fémvázon található elemeket, hiszen kitüremkedéseknek látszanának a borítás alatt, de végül eredeti funkciójukat fogják betölteni a továbbiakban is.



23. ábra Borítás bal oldali íves kivágás és pozicionáló szöglet.

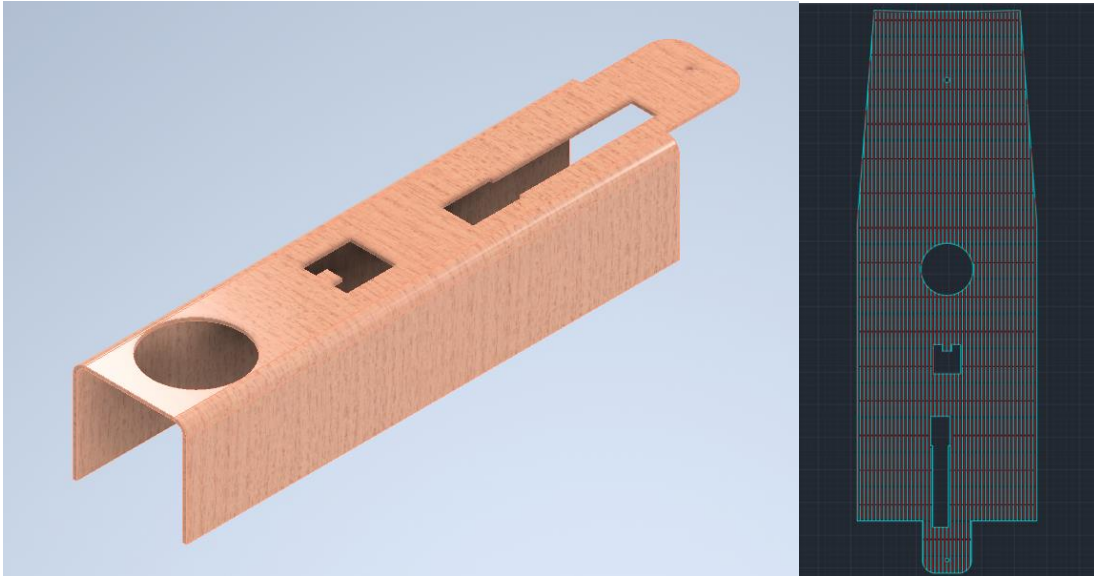
A műszerfalborítás kialakítása több kisebb nagyobb változtatáson ment keresztül a prototípusok gyártása és próbaillesztése során.



24. ábra AutoCAD-ben készült kivetített rajz.

2.4.1 Középső konzol tervezése

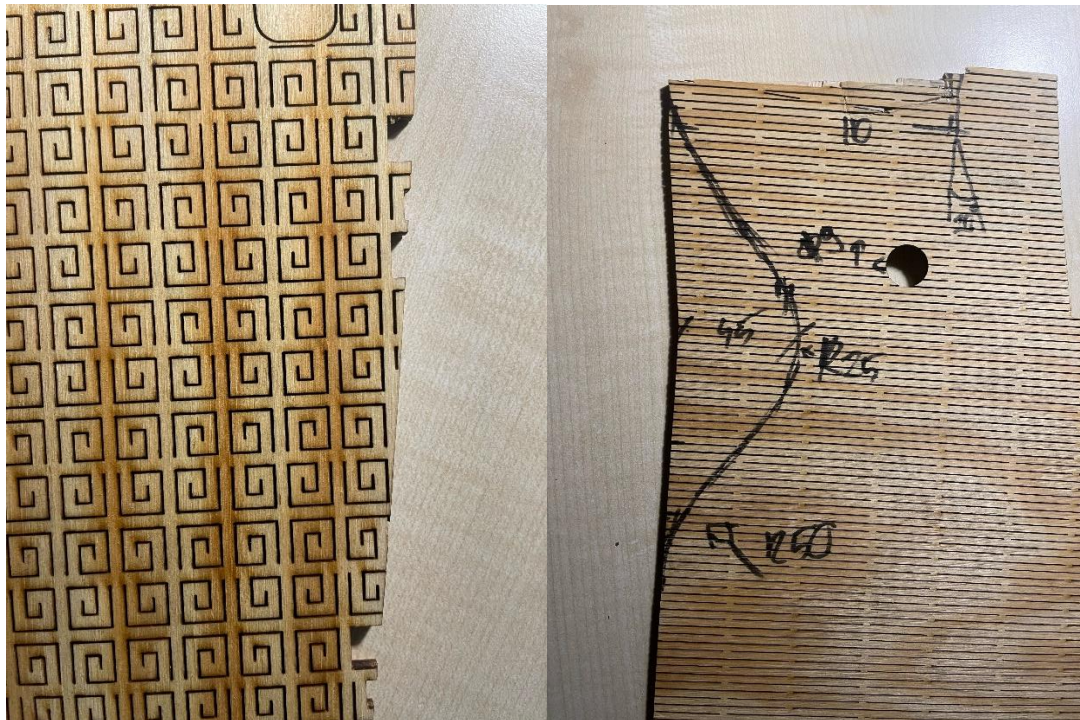
Az autó középső konzola egy fröccsöntött műanyagból készült elem, amely lefedi és körbe öleli a váltó, kézifék és üzemanyagszivató kezelőszerveket. Terveim szerint egy egyedi alkatrész kerül a középső konzoldarab helyére, amelynek megmunkálása és anyaga egyezik a műszerfaléval, ezzel tovább növelve az összhangot az autó új alkatrészei között. A fröccsöntött műanyag idomait nehezen lehet tömörfából kimunkálni így a kezelőszervek kivágásain kívül más az eredeti alkatrészhez hasonlító elem nem jelenik meg az saját terméken. A leegyszerűsítés egy gyorsan és könnyen elkészíthető alkatrészt eredményez. A kikönnytett lap egyszerűen ráhajlik a konzolra. A középső konzol egyszerű hasáb formája megengedi, hogy az eredeti rögzítőcsavarokat alkalmazva szereljem fel az borítóelemet. A műszerfalon alkalmazott hajlítási technológia nagyléptekben lerövidítette a középső konzol borítóelemének tervezését.



25. ábra Középső konzol tervei

2.4.2 Tervezés lézervágásra

A műszerfal és középső konzol, valamint a vágásminták tervezése során számos tervezési hibával szembesültem, melyek tapasztalataimat bővítették, viszont eleinte nem voltak egyértelműek számomra, sokszor elkerülték figyelmem. A minta alkatrészre való formázásakor figyelmet igényelt a kifutó mintarajzolat ellenőrzése, annak érdekében, hogy megőrizsem az anyag integritását hajlás közben. Előforduló probléma volt a prototípusok gyártása közben, egy figyelmemet elkerülő ponton szétesett az alkatrész, hiszen a keskenyebb részekben a minta átvágja szélességében az alkatrészt. Hajlításkor megtörténhet, hogy rossz mintaelhelyezkedés miatt elpattan az alkatrész, így érdemes ellenőrizni a tervezendő alkatrész széleit, gyenge pontokra esetleg kieső részekre, lásd 24-es ábra.

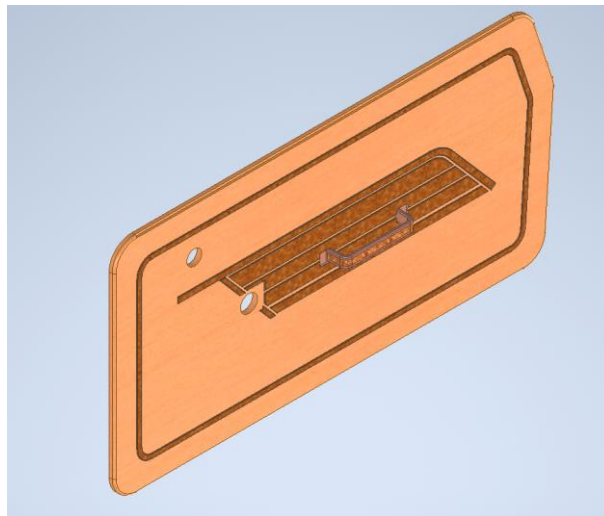


26. ábra Prototípusok illeszkedési és mintahibái

2.5 Ajtóborító tervezése

A jármű eredetileg kettő darab ajtóborító lappal rendelkezik. Funkciójuk szerint díszelemek, melyek kellemesebb érzetet adnak az autó belterének. Eltakarják az ablakmozgató és ajtónyitó mechanizmusokat, valamint további tárolási lehetőséget adnak a felhasználónak a kesztyűtartót kiegészítve. Anyaguk szerint 6 mm vastag farostlemez, fekete műbőr kárpitozással. Az ajtó fröccsöntött műanyag tárolódobozzal és díszítő varrásmintákkal ellátott párnázattal egészül ki. Az ablak alatti peremen, valamint az ajtó alsó peremén hajlított fém sínekbe lehet enyhén meghajlítva bepattintani az alkatrészt. Hiányosságai az ajtóborítóknak, hogy nem rendelkeznek nyitást segítő fogantyúval. Az ajtó nyitása ezért meleg időben a letekert ablakú ajtóváz megfogásával kerül becsukásra, vagy az ajtónyitó fogantyú használatával. Egyik ajtóhasználati módszer sem ergonomikus. Saját változatom az ajtóbélésekre azonos rögzítési technikát fogja alkalmazni, így az ajtó befogósínjein nem kell változtatni. 6mm vastag saját gyártású biokompozit készítése a cél, az eredeti borítókkal megegyező befoglaló méretekkel. Az alkatrészek eredeti méreteit leképeztem Autocad tervezőprogramban és ezek alapján kezdtem el az új ajtóborítók tervezését. Az eredeti varrásmintázat szimpatikus volt számomra és több minta rajzolása után úgy döntöttem, hogy az eredeti varrásmintát szeretném alkalmazni a gyártandó borítókon. Az alapvető mintát CNC marógép használatával tervezem kimunkálni és a kimart felületekbe 4 mm vastag parafa terítéket

illesztek. A parafa teríték 5 m-es tekercsekben vásárolható az OBI áruházakban. A parafa berakással mind az eredeti mintát meg tudom jeleníteni az új borítókon, mind kontrasztot tudok képezni az alapvetően üres felületen. A parafa berakás továbbá kellemesebb tapintást eredményez a kész terméken. Fontosnak tartom, a borítók párnázata által keltett stílust és használati érzetet. Egyértelmű, hogy a bükk faanyag tapintása lényegében más lesz, mint a műbőrre és alatta rejlő szivacsé, mégis szerettem volna egy puhább tapintású felületet elkészíteni. Mint említettem az eredeti borítók nem tartalmaznak ajtónyitó fogantyút, ezért egy fogantyúnak a tervezésével is bővítettem a terméket, megegyező parafa berakással.



27. ábra Biokompozit ajtóborító, parafaberakással és fogantyúval

3. Elemek gyártási folyamata

3.1 Anyagok és technológia kiválasztás

A furnérokából rétegezéssel képzett alapanyag térbeli formázása nem csak megmunkálásában és alapvető gépigényében múlja felül az azonos tömör faanyagból kimunkált alkatrészt, de strukturális integritásában és kreatív lehetőségeiben is. (Bier & Tittel, 1969)

Sík és térhajlított rétegelt lemezek gyártását több tényező bonyolítja. Olyan kritériumok említhetők ezen pontban, melyek a gyártmány méretét, felületi, valamint mechanikai homogenitását befolyásolhatják. A tömörfával szemben a hajlítással kimunkált rétegelt lemez dinamikai terhelhetősége miatt választottam termékem alapanyagául a hajlított rétegelt lemezt. A felhasználó testét ülési pozíciójában nagy felületen stabilan

alátámasztja. A folytonos ülőfelületet képző ülést olyan módon tervezhetem meg, hogy az optimálisan stabil és kényelmes használatot kölcsönözzön a felhasználónak.

A két front utasülésre, elegáns és letisztult szálerősített fakompozit kagylóülés tervezése volt a célkitűzés projektem kezdetekor. Legyen az ülés képes előreláthatólag 10-15 év használat után is felvenni a használati igénybevételeket. Kialakításában ergonomikus és hosszabb utazások közben is kényelmes, a vezetési élmény feljavítására. Az eredeti fémszerkezetes-rugós ülés helyett újrahasznosított faanyag és természetes faalapú rost párnázatot alkalmaznék ezzel elérve, hogy az ülés legalább 25%-kal könnyebb tömegében, mint az eredeti, valamint anyagában környezetbarátabb. Az idompréselt bükk rétegeltlemez megfelelő tulajdonságokkal rendelkezik, ahhoz, hogy ideális helyettesítő ülés legyen a projektben. Vákuumidompréselési technológiával többszörösen rekreálható kagylóüléseket lennének képesek előállítani.

3.1.1 Biokompozit készítése

Korábbi anyagfejlesztési projektben elkezdődött a feltételes alapanyagok tervezése egy gépjármű átalakításához. Soós Márton Ferenc egyetemi hallgató szaktársammal közösen végeztük a kutatást. Olyan biokompozitok fejlesztésén dolgoztunk, melyek potenciálisan felhasználhatóak ülés, lökhárító és egyéb teherfeltevő alkatrészek készítéséhez. A kompozit névleges vastagságának korlátozása miatt a hajlításban résztvevő húzott övek, rétegei közé karbonszálal szövetet alkalmaztunk. A karbonszálal szövet nagyban megerősítette az elkészült kompozitot, rendkívül nagy szakítószilárdsága miatt, (megközelítőleg $1500-2100 \text{ N/mm}^2$), a névleges vastagság minimalizálása mellett. A mérések külső rétegeiben 200 g/m^2 unidirekcionális karbonszálal szövettel szálerősített melamin-karbamid-formaldehid, valamint epoxi ragasztóanyaggal ragasztott teherbíró rétegeltlemezeket vizsgáltunk eltérő vastagságban, rétegszámban és szálerősítési pozícióban. Négy fő mintacsoport közül – 6 mm, 10 mm, 9 mm és 15 mm szálerősített rétegelt lemez, a 9 mm vastag minta felelt meg legjobban a kritériumainknak. A kompozit képes volt felvenni átlagosan 2600 N hajlító erőt, mely 171 MPa hajlítószilárdságnak felel meg. A kompozit 7 réteg 1,3 mm-es furnérból és két réteg karbonszálal szövetből épült fel. A fa-fa találkozási felületeknél megközelítőleg 20 g/m^2 melamin-karbamid-formaldehid ragasztót alkalmaztunk 2% ammónium-nitrát edzővel. Mindkettőt a FALCO Zrt. bocsátotta rendelkezésünkre. A fa-karbonszálal szövet kötéseket pedig 35 g/m^2 mennyiségű epoxi ragasztóval illesztettük össze. Az epoxi mennyiségének igénye, a szövet szálai közé gyorsan beívódott ragasztó miatt volt szükség. Az MGS LR235

ragasztó és a hozzá tartozó MSG LH 235 edzőjű epoxit alkalmaztuk 70% ragasztó és 30% edző keverési arányban.



28. ábra Szénszál erősített próbatest gyártása

3.1.2 Műszerfal borító anyagválasztása

A műszerfal és középső konzol alapanyaga kevésbé fontos, mint az alkalmazott technológia, viszont természetesen vannak stilisztikai és megmunkálási követelményei. Minél vékonyabb és puhább az anyag, annál könnyebb és gyorsabb a kimunkálás. Alapanyagnak luc fenyőből (*Picea abies*) készült 4 mm vastag rétegeltlemez választottam. Az 1200x600-as befoglaló méretű alapanyag az OBI áruházakban forgalmazott JAF Holz. Kft. által. A luc színe kontrasztban van a lézervágás beégésének sötét színével, így egy kellemesebb árnyalatot ad eredményképp, mint a bükk, annak ellenére, hogy az ülés és ajtóborító alkatrészek bükkből készülnek. Továbbá kevésbé hajlamos vetemedésre, mint a bükkből készült rétegeltlemez. A vetemedés fontos kritérium a vágás pontosságának érdekében, a laphoz közel mozgó megmunkáló egység nem akadhat el az alapanyagban. Az alapanyag vastagsága maximum 6 mm lehetett volna hajlítási szempontokat figyelembevéve, viszont vékonyabb anyag alkalmazása esetén rövidebb időbe telt kivágni az anyagot.

3.1.3 Ajtóborító anyagválasztása

A biokompozit kritériumai, hogy könnyű legyen, marással megmunkálható felületű és valamilyen faipari vagy mezőgazdasági melléktermék, vagy használt termék újrafeldolgozásából származzon. A választott kompozit egy szendvics szerkezetű anyag,

mely két 1,3 mm vastag bükk fedőrétegből, valamint egy tömbösített árpa (*Hordeum vulgare*) szárból készült középrétegből áll. Az árpa, mint ipari alapanyag, ritkán alkalmazott a faiparban. Takarmánynövényként az üreges szárát ritkán lehet alkalmazni, inkább mellékterméknek tekinthető. Apró darálékként viszont kiválóan alkalmazható a tervezett biokompozit elkészítéséhez, remekül tömöríthető és megfelelő mátrixot alkot a ragasztóval. Egy könnyű középréteget alkot, melynek beszerzése olcsó, egy ipari melléktermék potenciális alkalmazása lehet. Hasonló lehetséges alapanyag a szendvics kompozit középső rétegébe a nád és gabonafélék szalmája, egyéb üreges szárú növények, melyek szára a jelenben kevésbé van felhasználva. Az árpa-darálék középréteg ragasztóval való keverésére a rétegelt lemezhez használt gyártójú és keverési arányú melamin-karbamid-formaaldehid ragasztót választottam.

3.2 Gyártástechnológia kiválasztása

Az ülések elkészítéséhez zsákformázás technológiát választottam. Egyéni megmunkáló asztalból, kompresszorból, CNC marógéppel rétegezésből előállított idomformából és préselőzsákból készített formázó állomással igényemnek megfelelő munkadarabot vagyok képes előállítani. A kiválasztott technológia büszkélkedhet a legkevesebb szükséges alkatrészsel az idompréselési technológiák soraiban. Tömeggyártásra nehezen alkalmazható, viszont gyakorlati tevékenységeimet teljesíteni tudom az alkalmazásával.



29. ábra Zsákos idomformálás tesztelése

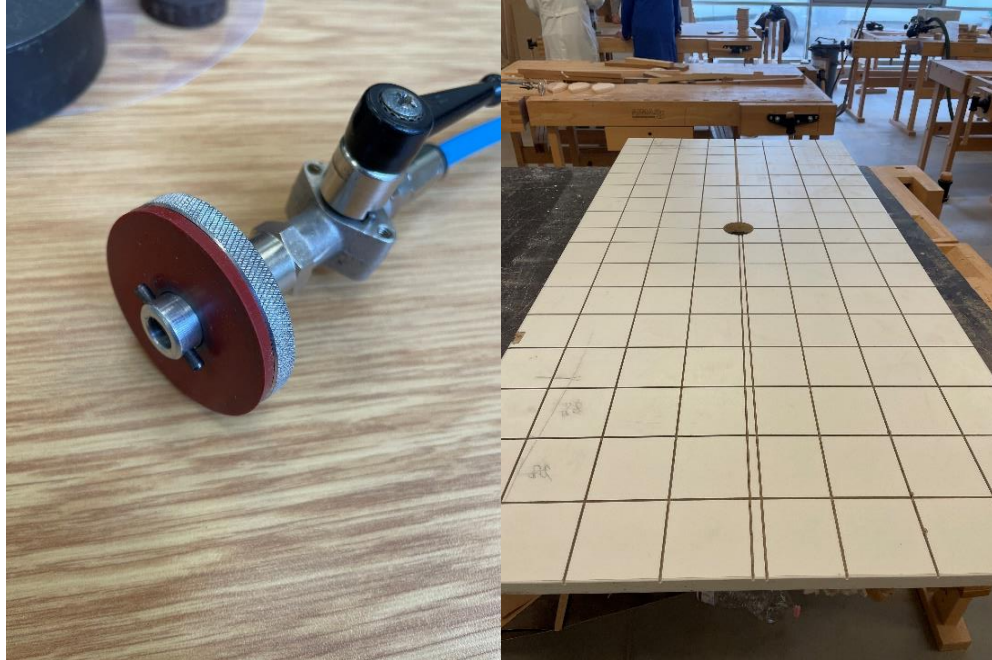
Az ülés formázásához szükséges idomprést az eredeti ülések formája és méretei alapján terveztem meg. Figyelve a választott stílusirányzatra, az autó eredeti designjára és

kialakítására Autodesk-Inventorban, valamint Alphacam programban terveztem meg az Idomot, amit az egyetem Masterwood Project 310 típusú 3 dimenziós CNC marógépével munkáltam ki.

3.3 Vákuum préselés

A préstechnológia három fő komponensből épül fel, kompresszor, hordozó asztal, membrán, vagy fóliazsák, illetve a pozitív forma. Az általam használt Becker U 3. 10 SB típusú 10 m³/h szíváskapacitású kompresszor szivattyú felelős azért, hogy a formázótérből, azaz a lezárt zsákból vagy membrán alatti térből kiszívja és eltávolítsa a lehető legtöbb levegőt -0,8 bar alatti nyomást képezve. A vákuum asztal közepébe csatlakozik egy zárható szívócsonk, mely tömített kapcsolatot tud létesíteni a zsákkal. A szívócsonk egy áramlászáró kapcsolóban folytatódik (lásd 29. ábra). A kapcsoló beépítése a megfelelő nyomáson való tartáshoz szükséges. A zsák könnyen túlterhelhető, mely a fólia sérülését és esetleges berobbanást okozhat, így érdemes egy gyorsan elérhető záró kapcsoló beépítése a rendszerbe. A formára feszül a fólia vagy membrán, így a formára préseli a formázandó anyagot. Fontos, hogy a fólia zsákot légmentesen le kell zárni a széleinél. A fólia/membrán légmentes zárását mechanikai zárással, tehát hidraulikus működtetésű záró pofákkal, vagy egyszerű gyorsszorítókkal és egy rúddal a fólia oldalain végig vezetve, illetve fóliahegesztővel lezárva lehet elérni. Az ülés és próbaalkatrészek gyártása során tapasztaltam, hogy a zsák vagy membrán integritása és tisztasága rendkívül fontos, hiszen bármely apró sérülés vagy lyuk a préselés közben megfeszülő fólián tovább szakadhat így gátolva a vákuum kialakulását. Amennyiben szakadás vagy lyuk képződött a fólián lehetőleg cserélni kell a fóliát, vagy el kell tömíteni a nyílást adott esetben. Lehetséges, hogy a nyílás minimális és nem szakad tovább préselés közben. Megállapítható, hogy sérülés keletkezett a préselő közegben abból, hogy az ideális légköri nyomáscsökkentés elérése után a kompresszort lekacsoljuk. Ha a nyomásmérő műszer növekedést mutat, illetve a fóliát kézzel el tudjuk emelni viszonylag könnyedén a préselendő felülettől, akkor következtethetünk egy sérülésre a fólia felületén. Mint említettem a fólia tisztaságára is ügyelni kell. A préseléshez használt fólia 0,8 mm vastagságú PE volt. A fólia zsákhegesztéséhez használt hegesztő kapoccsal tapasztalataim alapján a 140 C^o-ra felmelegített hegesztő pofákat 4 s-on keresztül kellett összefogva tartani a fólián, hogy tökéletes zárást kapjunk. Amennyiben szennyeződés került a hegesztett felületek közé, vagy elég poros volt a két hegesztendő felület, többször tapasztalható volt, hogy préseléskor szakadás keletkezett a gyengült pontokon, illetve

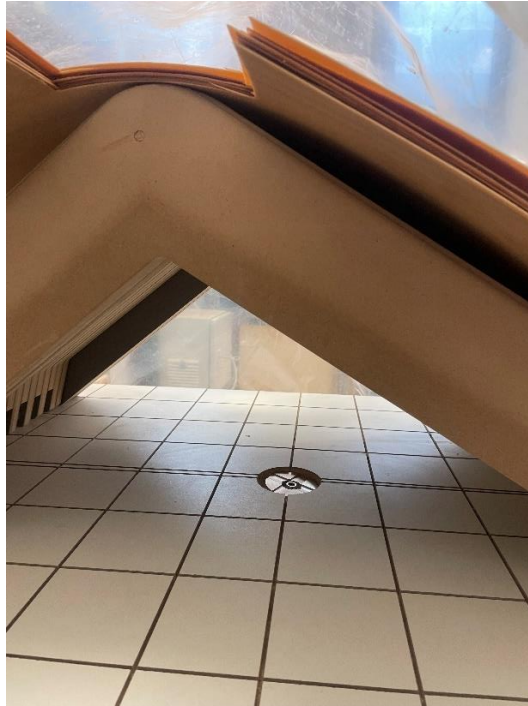
elvált egymástól a két felület. Mechanikus rögzítés alatt is fontos figyelni a fólia tisztaságára, mivel az idegen szemcsék megrongálhatják a felületet nagy nyomás alatt, idővel lyukat képezve.



30. ábra Vákuum prés: Szívócsonk

31. ábra Vákuum prés: Bázis asztal szívócsonk helye közepén.

A gyártási kísérleteket megelőzően fóliaszákkal végeztem a próbapréselést. Egy négyzetes alakban 5 mm mélységben kikönnnyített és szívócsonkkal ellátott bázisasztalt készítettem a végleges idomprés platformnak. Az asztal kialakítása meggátolja a légbuborékok képződését az asztal, illetve a présforma és a fólia felületei között, amik rontanák a préselés minőségét, illetve gyorsabb, akadálymentes szívást eredményez. A csatlakozó szívócsonk részére egy 60 mm átmérőjű furatot alakítottam ki az asztal közepén. A kikönnnyített sablon pozitív hatással van a préselés hatékonyságára, hiszen szívócsonk fölé pozícionálva a formatestet, préseléskor úgy képes leg mentesíteni a teret, hogy a fólia a szívócsonk helyett a pozitív formára tapad, így még véletlenül sem tudja eltömíteni azt.



32. ábra Csonk fölé helyezett présforma

Az asztal kialakítása továbbá lehetővé teszi, hogy három élén lezárjam a fóliát a teljes présforma és présasztal körül. A fóliát szélein feltekerve és három 50x50-es luc fenyő szelvénnel, valamint több ponton elhelyezett gyors szorítók segítségével mechanikusan zártam le a préselések során. A fólia széleit a 32-es ábrán látható Umeco márkájú tömítőszalaggal tapasztottam össze, a szorító pofák alatt kiválóan kitöltik a rendelkezésre álló teret, így segítve a jobb légzárást. Tapasztalatom szerint több előnye van ennek a módszernek a zsákhegesztéssel szemben, hiszen a fólia rongálás nélkül újra használható további préselésekre, ha szakadást vagy javítandó hibát találok a présfólián a szorítás bontható, így gyorsan javítani lehet a jelentkező problémákat. Konzisztensebben alakítható ki vele légmentes zárás, mint a hegesztéssel, hiszen nagyobb felületen képződik a tömítés, a leszorító pofák felülete miatt.



33. ábra Tömítő gyurma

34. ábra Összeállított présasztal

Az ülés préselésének előfeltétele volt, hogy megfelelő méretű és adott rétegben megfelelő szálirányú furnérok beszerzése. A bükk furnérokat a Bek-Holz Kft, Újkígyós biztosította számomra. Az idomformát úgy alakítottam ki, hogy az ülés tervezett befoglaló méreteinél minden oldalon 20-40 mm hosszon felfekvést biztosítson a túllógó furnéroknak. A túllógás megengedése és alátámasztása eredményezi, hogy kevésbé kell foglalkoznom az egyes rétegek pontos hosszával. A túllógás engedélyezésével az ülést viszont, ragasztás után kívánt méretre le kell vágni. További előnye a túllógás betervezésének, hogy az alkatrészek szélein jellegzetesen több ragasztási hiba jelentkezhet, melyet a végső méretre vágás akár kiküszöbölhet.

A préseléshez 1100x710 méretű 1,3 mm vastag bükk furnérlemezeket alkalmaztam kilenc rétegben. 5 darab hosszanti szálirányú és 4 darab keresztben futó szálirányú furnér alternált rétegelésével. Az egyes furnérokat préselés előtt előhajlítottam az idomforma segítségével. Az előhajlítást szükségesnek véltem, hiszen a felmelegített bükk faanyag hajlítási maximuma a faanyag rosttelítettségi határán van. (Szabó, 2001). Így a repedések és törések elkerülhetők. A 34-es ábrán látható alakzatot azért vágtam bele a furnérokba, hogy préseléskor a behajlított oldalak ne akadályozzák egymást és az ülésfenéknél ne jöjjön létre 3 dimenziós hajlítás a plusz feszültségek elkerülése végett. Szintén látható a csúcsok szögben való elvágása a zsák további védelmének érdekében. A furnérokat egyesével szobahőmérsékleten permetező pisztollyal megközelítőleg rosttelítettségi határig nedvesítettem. Amint a furnér vízfelvételtől nedvesség százalék-különbségből

adódó feszültségi deformációi kiegyenesedtek, tehát a furnér teljes egészében átnedvesedett, megkezdtem az előhajlítási folyamatot.



35. ábra Furnérlapok előkészítése előformáláshoz, bevágások a furnérok szélein

A benedvesített furnérokat részleteiben hajlítottam a présformára. A kísérleti zsákpréselés körülményei miatt előzetes próbahajlítások során megállapítottam, hogy a préselő állomás nem képes 9 réteg 1,3 mm vastag rosttelítettségű nedvességi határon lévő furnért egyszerre meghajlítani. A furnérlapok megtörnek, mivel a kiágazó oldalak ellen tartanak a fóliának és összegyűrődnek. Emellett nagyobb az esélye a fólia sérülésének és kilyukadásának így megakadályozva a vákuum képződését. A kilenc réteg egyben való meghajlítása dupla falú fóliázással, illetve az oldalágak kézi előterhelésével is nehezen megvalósítható.



36. ábra Több réteg egyidejű előhajlítása. Kísérlet.

Az előhajlítást az első tapasztalatok sikertelensége miatt részekre bontva tettem meg. Fontos itt megjegyezni, hogy nem egyesével „üres” idomformán történő hajlításról

beszélék. Dolgozatom elején megfogalmaztam, hogy az egyes rétegek hajlítási rádiusza tengelytől távolodva változik és nő. Amennyiben minden réteget külön hajlítanám, 9 darab azonos hajlítottságú lemezt gyártanék, melyek nem illenének egymásra a későbbi ragasztási fázisban.



37. ábra Első három réteg furnér előhajlítása.

A furnérokat 3 réteggel kezdve egyesével adagoltam a bontható zárású zsákprésbe, majd minden réteget 25 percig vákuum alatt tartottam. A folyamatos adagolás elég időt ad az egyes furnéroknak a kezdeti forma felvételéhez, így mire a következő réteg hajlításra kerül az előző nem fog ellentartani sem a furnérnak, sem a fóliának.



38. ábra Réteg előhajlítása.

39. ábra Gumiháló.

A további fóliavédelem érdekében az ülés fenekénél kiálló furnércsúcsok fölött elhelyezkedő fóliára belülről tömítő szalagot ragasztottam, mely megakadályozza a fólia szakadását az adott pontban, (lásd 35. ábra). Az ötödik furnér előhajlításakor egy plusz réteg fóliát helyeztem a prészsákba a présidom fölé, illetve a fóliák és a présidom közé egy réteg 38. ábrán látható gumiháló került. A gumiháló segít a fólia tapadásában és a furnérok pozíciójának megtartásában, valamint tovább csökkenti a fólia sérülésének esélyét egy ellentartó csúcs vagy él által, hiszen tompítja egy kiálló csúcs hegyességét, illetve elhajlítja azt.

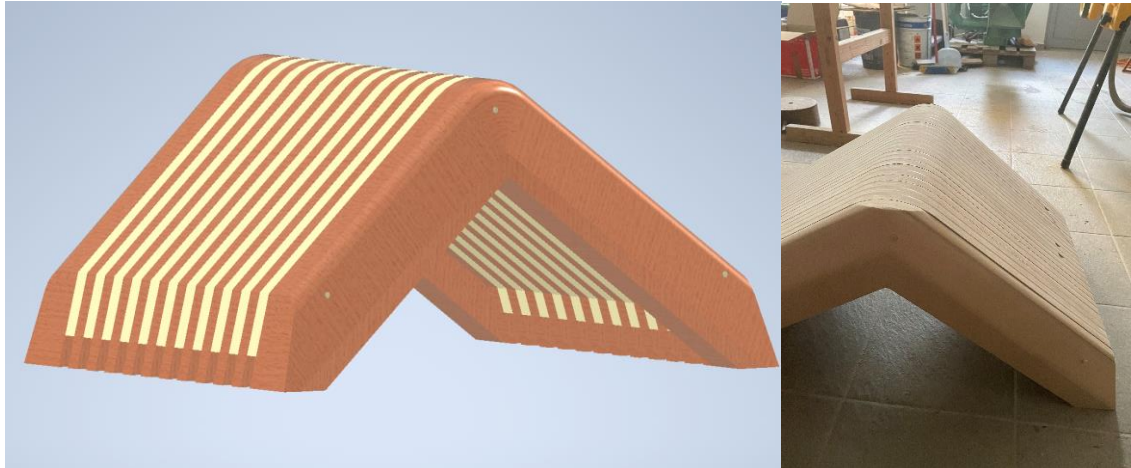
A nedves furnérlapok előhajlítása 4 órán keresztül tartott -0,9 bar vákuum alatt. Ezt követően a fóliát eltávolítva lesúlyozva a lapokat a présformán hagytam egy napig szobahőmérsékleten száradni. Majd a furnérlapokat egyesével festőszalaggal összehúzza külön-külön száradni hagytam szobahőmérsékleten megfelelően átszellőztetve.

Az ülés végleges összeragasztására és formázására a projekt folytatásaként kerül sor a jövőben. A kész ülést az SOE KVL bútortesztelő laboratóriumában fogom vizsgálni. Mechanikai és fárasztási, valamint dinamikus törési vizsgálatokat MSZ EN 12727-2016, MSZ EN 1728-2013, valamint MSZ EN 7173-2023 szabványok szerint fogom elvégezni.

3.4.1 Hajlító forma

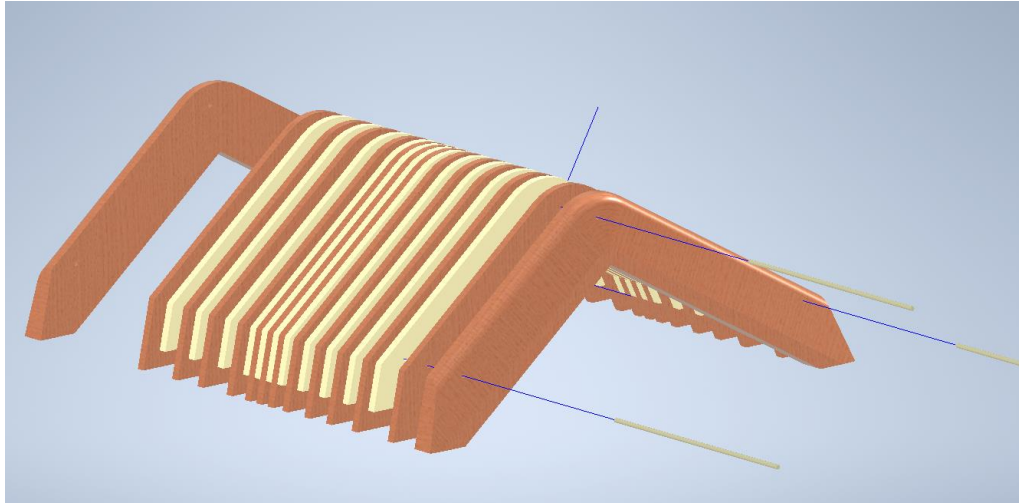
A pozitív forma tervezése előzetes konzultáció alapján kezdődött meg. Elvárásaim szerint egy olyan mechanikailag stabil formát kell képeznem, ami ellenáll a vákuumpréselés igénybevételeinek, többszörösen felhasználható, ennek ellenére, anyagtakarékos és tömegcsökkentett. Az idomtestet MDF alapanyagból készítettem el. Az alapanyag előnye, hogy homogén, valamint mechanikai nyomásra ellenálló behatási iránytól függetlenül. Hátránya viszont, hogy vastagsági méreteit tekintve 4-50 mm-ig beszerezhető. Megoldásom tehát, hogy 18 mm-es előre a tervezett méreteire kimunkált MDF lapokat tömbösítek. Ezzel egy 30 db MDF lapból álló pozitív formát hoztam létre. Amennyiben az ülést a tervezettnél szélesebbre vagy keskenyebbre kell alakítani, a réteges idomforma lehetőséget ad az átkonfigurálásra. A keresztmetszetében három pontban elhelyezett pozicionáló furat nem csak egy síkban tartja a megmunkált MDF lapokat, de igény esetén szélességi bővítést és csökkentést is lehetővé tesz, azonos méretű pótlapok

behelyezésével vagy elvételével. További probléma a sablon elkészítésében, mint már említettem a kezelhetetlen kész tömeg. Ekkora méretű tömör sablon (770 kg/m^3 -rel számolva megközelítőleg 87 kg) egy ember által nehezen kezelhető, valamint nem mondható anyagtakarékosnak. Megoldás a problémára számos kikönynyítés a sablonon keresztül.



40. ábra Inventor tervezőprogramban összeállított hajlítóforma és az elkészített forma

A mechanikai igénybevételeknek ellenálló megfelelő alátámasztások meghagyásával számos kikönynyítést terveztem a sablonba. A kikönynyítések megközelítőleg 60%-kal csökkentik a pozitív forma tömegét. Segítik továbbá a vákuumpréselést mivel a kikönynyítések eltartják a szívócsonk felületéről a szívott fóliát, ezzel elkerülve az ideiglenes eltömődést és letapadást. A forma elkészítéséhez 2 darab $2800 \times 2000 \text{ mm}$ méretű 18 mm vastag MDF lapra volt szükség, amelyet a FALCO Zrt. biztosított számomra. A kész tömör sablont Inventor tervező programban elkészítve felszeletem az említett 30 lapra, amiket a CNC marógép munkaterében felosztottam kihozatali takarékoságot figyelembe véve. Inventor programban végeztem el a kiosztást, amit a CNC marógép munkaprogramjába G nyelven konvertálva alkalmaztam. A sablontestek mindegyikén 3 egyező pozícióban egy-egy 8 mm átmérőjű pozícionáló lyukat helyeztem el, amikbe összeállításkor három hosszú tipliszárat helyeztem, ezzel összeillesztve a sablon szeleteket.



41. ábra Robbantott Idomforma

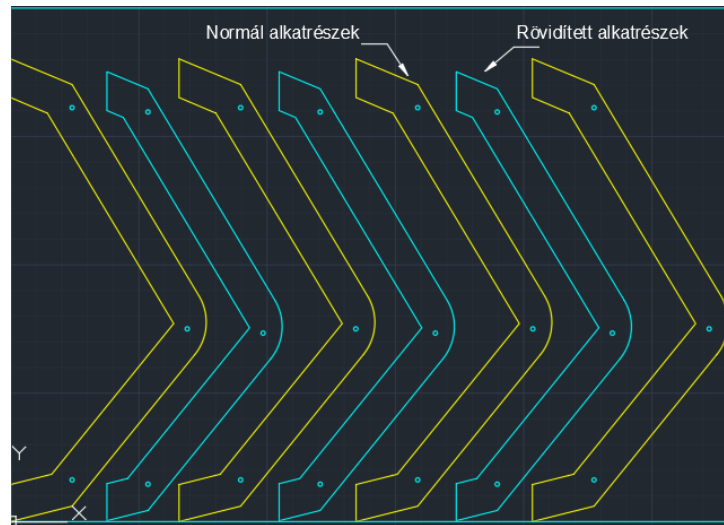
Az összeállított idomprés sablon egy laposszögű megközelítőleg 90 mm szélső és 70 mm belső szélességű lamellákból épül fel. Az idomtest szélén található szélesebb lamellák az ülés felhajló oldalainak megfelelő felfekvését biztosítja 90 mm-en, amellett, hogy extra inercia béli stabilitást kölcsönöz a formának. A külső 3-3 lamella 90 mm széles, míg a belső lamellák csupán 70 mm szélesek. A szélesség-béli csökkentéssel további súlycsökkenést értem el.



42. ábra Alternáló magasság belső lamelláknál

Minden második belső lamella magassági irányban rövidebb. A pozicionáló furatok miatt így összeszereléskor nem érintkeznek a présasztallal. A rövidítések célja kettő szempontból előnyös, egyrészt vákuum préselésnél a légbuborékok kialakulása tovább csökkenthető az idomtest és a présasztal hajlatában, másrészt mivel az egyetem Tanüzemében található CNC megmunkáló egység csak 1000x1400 mm munkatérrel

rendelkezik, így a méretcsökkentett alkatrészeket kevesebb MDF lap felhasználásával és „megkezdésével” tudtuk elkészíteni.



43. ábra Lamellák kiosztása CNC megmunkálásra

3.5 A műszerfal kimunkálása

Az egyetemen található lézervágó és gravírozó gép, széndioxid gerjesztésével képzett nagyteljesítményű lézer segítségével operál. A gáz gerjesztéséből képződő fotonokat lencsék alkalmazásával lehet a vágófejbe irányítani és fókuszálni. A megmunkáló vágófej magasságát és összpontosítási mértékét, -valamint a megmunkálás sebességét állítva lehet vágási és gravírozási műveleteket végezni: fémen, akril műanyagon, kartonpapíron fán és számtalan további anyagon. A kívánt vágási vagy gravírozási mintát CAD programban (Esetemben AutoCAD) *dxf*. vagy *dwg*. formátumban lehet kimenteni, melyet a lézervágó kezelőprogramja G-nyelvre konvertál, így megadva a lézerfej munkálati útvonalt. A vágóegységet X, Y, Z, irányokban lehet mozgatni. Megmunkálás előtt ismert adatok alapján beállítandó a Z irányú megmunkálási szint. Általában a megmunkálandó anyag vastagságától függően, illetve a kívánt művelet elvégzése függvényében állítható be a vágóegység megmunkálási magassága. A vágás során X, Y, irányban történik a vágóegység mozgatása a megadott kód alapján.

Az általam használt lézer vágó egységnek a munkaterülete 900x600 mm. A megmunkálóterület mérete miatt a műszerfalat két részletben kellett megmunkálnom, hiszen szélessége készült, viszont anyagi adottságai miatt könnyen gyűrhető és hajlítható. Az általam használt 4 mm vastag rétegeltlemez műszerfal alkatrész nagy valószínűséggel nem tudtam volna egyetlen elembe ráilleszteni a fém vázra a kormánykerék leszerelése nélkül. Megoldásként a kormány tengelyében függőlegesen kettévágtam a borító

alkatrészt. A vágás helye természetesen kalkulált döntésként keletkezett. Kritérium volt, hogy mindkét alkatrész egyben kimunkálható legyen a lézervágó géppel, valamint a lehető legjobban eltakarható helyen legyen összeillesztve, hogy a műszerfal kész állapotában ne lehessen megállapítani, hogy két alkatrészből készült. A kormány tengely vonalában takaró műanyag alulról fedi a vágásvonalat. A kormány felett pedig a műszeróra doboza foglal helyet. A vágást a szélvédő és a műszerdoboz közötti 15 mm kilógó felületen lehet egyedül megállapítani így véleményem szerint a megoldás sikeres.

3.6 Műszaki rajzok

A dolgozatban tárgyalt termékek műszaki rajzai a mellékletekben megtekinthetők.

4.Összefoglalás

A projekt különböző technológiái és anyaghasználata miatt továbbra is folytatódik és fejlődik, bővül a folyamatban készülő különböző alkatrészekkel. Az ajtóborító elem gyártását kezdem el a jövőben a próbatest alapján. A borítóelemek a mintamarásai mentén parafával lesz berakva és még meghatározatlan felületkezelő anyaggal kezelem. A kész borító elemből próbatest készül, amit vizsgálni fogok az egyetem laborjaiban meghatározandó szabványok szerint. Az üléseket a továbbiakban vákuumpréselési technológiával ragasztom, majd a végső formázó munkálatok következnek. A gépjárműbe tervezett idompréselt ülés egy kiváló technológiai, faanyagismereti és szervezési feladat volt számomra. Sikeresen gyártottunk az ülés és más teherbíró rétegtelmez alkatrészek készítéséhez szénszál erősített biokompozitot, mely hajlításra több mint 2500 N erőt volt képes felvenni. Az ülés ergonómiai és stílus tervezése Autocad és Inventor tervezőprogramokban egy gyártásképes terméket eredményezett. Mind designjában, mind felhasználói kényelmesség szempontjából átgondolt és egyedi ülés készülhetett. A tervezett üléshez készített idomforma kialakításának sikeressége a gyártástechnológiához való igazodás és a rendelkezésre álló megmunkálógépek és szerszámok használatával történt. Az ülés legyártása és megvalósítása kritikus problémamegoldásra és innovatív technológiák alkalmazására készített, melyek egyedi termékek elkészülését eredményezték, egyedi gyártástechnológia révén. A háromdimenziós CNC marógép alkalmazása egy rétegekből felépített szintén háromdimenziós idomforma elkészítésére nem a legelső megoldásom egy térhajlított ülés gyártásához, viszont a megfelelő vákuum technológia mellett kiválóan alkalmazható és elvárásaimnak megfelel. Egy kialakításában

a technológia igénybevételeire optimalizált munkadarab, mely lehetővé teszi az üllőalkalmatosság nagyméretű egybefüggő alkatrészből való legyártását.

A műszerfal és középső konzol tervezése és megvalósítása egy komplex feladatnak bizonyult. Egy meglévő alapanyag speciális átalakításával új és érdekes felhasználási lehetőséget nyit meg számunkra. Véleményem szerint díszítő és az utazási élményt növelő feladataikat teljesíteni tudják az elemek, akár más gépjárművekben is a jövőben. Alapvetően a modelltermékekhez, illetve innovatív használati alkalmazásokra tervezett lézervágási anyagkikönnnyítő minták alkalmazására kiváló példa lehet a projekt. Végül az ajtóborító biokompozit termék egy anyaghasználatában szokatlan mégis könnyű és kompetens építőelem lehet a faipar számára díszítőelemek szempontjából. Felveti a kérdést, hogy a zöldebb faipar fejlődéséért milyen tág választékú alapanyagok felhasználása tehet még hozzá.

5.Köszönetnyilvánítás

Végsősoron, szeretném megköszönni Dr. Alpár Tibor konzulensemnek a segítségét dolgozatom elkészítése, a gyakorlati munkálatok és előző kapcsolódó projektek alatt. Tanácsai, támogatása és a projektbe vetett hite végig kísérték utamon és lehetővé tették a dolgozat elkészülését. Szeretném megköszönni Kun Gábor és Schantl István laboránsok segítségét az ülés gyakorlati részének szervezésében, gyártásában és vizsgálásában. Továbbá köszönettel tartozom Dr. Horvát Péter György felé, hogy a nyár folyamán egészen az őszi szemeszter végéig segítséget nyújtott és rendelkezésemre állt bármely lézer CNC vágással kapcsolatos kérdés kapcsán. Köszönöm Németh Ferenc egyetemi tanár segítségét préselő idomforma CNC kimarások segítségével.

A 2024-2.1.1-EKÖP-2024-00007 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott finanszírozásában valósult meg.



6. Irodalomjegyzék

- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.1. p 122. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.1. p 123. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.1. p 123. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.2. p 125. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.3. p 127. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.5. p 129. Sopron, 2001.
- Dr. Szabó Imre: Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás, A kötet: Mechanikai megmunkálás a bútór-és épületasztalos iparban, 4.5. p 129. Sopron, 2001.
- Dr. Németh József és Dr. Szabadhegyi Győző, Furnérok és furnér alapú termékek gyártása, 7.3. p 94-96. Sopron, 2000.
- Dr. Németh József és Dr. Szabadhegyi Győző, Furnérok és furnér alapú termékek gyártása, 7.4. p 98-100. Sopron, 2000.
- Tittel F., et al.: Taschenbuch der holz technologie,8.3.6. p 632. Drezda, 1969
- Bier H., et al.: Taschenbuch der holz technologie,6.7.10. p 389. Drezda, 1969
- Lakshim Bhaskaran: A Forma Művészete (2021).
- Ankit Jhinkwan: Design Specifications and Ergonomic Evaluation of Car Seat. (2014) ISSN: 2278-0181
- Dung Ngo és Eric Pfeifer Bent ply : The art of plywood furniture (2003)

- Faipar.hu. 2021.10. Furnérozás a síkprésektől a membránprésekkig. Megtekintve: 2024.10.21. <https://faipar.hu/hirek/kapcsolodo-technologia/10002/furnerozas-a-sikpreselestol-a-membranpresekig>.
- Czvikovszky Tibor: Polimetrika Alapjai (2007)
- Saját Jegyzőkönyv: Projekt 1 Biokompozit tervezése Gépjármű felújításához
- Mercedes Benz. 2020.05.19. Mercedes Archívum. 6. ábra kezelőszervek az utastéren kívül. Megtekintve: 2024.11.01. <https://mercedes-benz.archive.com/marsClassic/en/instance/ko/618-hp-and-2770-hp-Benz-1918---1923.xhtml?oid=4457>.
- Architecture Digest. 2019.12.16. Thonet and it's bestseller no.14 Chair get a major retrospective. 44. ábra Café Chair no.14-„Thonet hajlított bútorok. Megtekintve: 2024.09.28. <https://www.architecturaldigest.com/story/thonet-and-its-bestselling-no-14-chair-get-a-major-retrospective>.
- Mail Online. 2015.01.06 Collection of horse-drawn carriages used by royalty.. 45. ábra Viktoriánus lovaskocsi 1835. Megtekintve: 2024.10.10. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2898892/Collection-horse-drawn-carriages-used-royalty-luxury-Champagne-houses-sale-combined-1-5m.html>.
- Faipar.hu. 2021.10. Furnérozás a síkprésektől a membránprésekkig. 3. ábra zsákformázás és membránprés. Megtekintve: 2024.10.21. <https://faipar.hu/hirek/kapcsolodo-technologia/10002/furnerozas-a-sikpreselestol-a-membranpresekig>.
- Dung Ngo és Eric Pfeifer Bent ply : The art of plywood furniture (2003). 46. ábra Faipari idomprés és síkprés pófái közé helyezett idomforma
- Eastgear. 2022. Polski Fiat 126 p. 47. ábra Fiat 126 "Polski" Műszerfala ~1970-75. Megtekintve: 2023.03.10 <https://eastgear.hu/en/product/polski-fiat-126p-lilpok>.
- Player.hu. 2017.05.03. Csordás Gábor. Nem is gondolná milyen stílusos is lehet egy kispolszki. 11. ábra: Eredeti ülés állítósín és beltér inspiráció. Megtekintve: 2023.11.27. <https://player.hu/auto-motor-2/carlex-design-polski-fiat-126p>.
- Oldtimer Photography. 2014.06.07. 48. ábra : Fiat 500 műszerfal ~1960. Megtekintve: 2023.03.10. <http://oldtimer.photography/photos/2014-oldtimertreffen-bad-bentheim-herrenberg/Fiat-500-Interior.JPG>.

7. Ábrajegyzék

1. ÁBRA CAFÉ CHAIR NO.14-„THONET HAJLÍTOTT BÚTOROK
[HTTPS://WWW.ARCHITECTURALDIGEST.COM/STORY/THONET-AND-ITS-BESTSELLING-NO-14-CHAIR-GET-A-MAJOR-RETROSPECTIVE](https://www.architecturaldigest.com/story/thonet-and-its-bestselling-no-14-chair-get-a-major-retrospective)5
2. ÁBRA FAIPARI IDOMPRÉS ÉS SÍKPRÉS PÓFÁI KÖZÉ HELYEZETT IDOMFORMA
[HTTPS://WWW.WOODWORKMACHINERY.CO.UK/PRODUCTS/ORMA-PFS-120S-](https://www.woodworkmachinery.co.uk/products/orma-pfs-120s-)

BENDING-PRESS; DUNG NGO ÉS ERIC PFEIFER BENT PLY : THE ART OF PLYWOOD FURNITURE (2003).....	7
3. ÁBRA: ZSÁKFORMÁZÁS ÉS MEMBRÁNPRÉS. HTTPS://FAIPAR.HU/HIREK/KAPCSOLODO-TECHNOLOGIA/10002/FURNEROZAS-A-SIKPRESELESTOL-A-MEMBRANPRESEKIG	9
4. ÁBRA VIKTORIÁNUS LOVASKOCSI 1835. (HTTPS://WWW.DAILYMAIL.CO.UK/NEWS/ARTICLE-2898892/COLLECTION-HORSE-DRAWN-CARRIAGES-USED-ROYALTY-LUXURY-CHAMPAGNE-HOUSES-SALE-COMBINED-1-5M.HTML)	10
5. ÁBRA MERCEDES-SIMPLEX (1915) ÉS BENZ VELO (1900). STUTTGART MERCEDES-BENZ MÚZEUM, SAJÁT FOTÓK	11
6. ÁBRA KEZELŐSZERVEK AZ UTASTÉREN KÍVÜL MERCEDES ARCHIVUM: HTTPS://MERCEDÉS-BENZ-ARCHIVE.COM/MARSCLASSIC/EN/INSTANCE/KO/618-HP-AND-2770-HP-BENZ-1918---1923.XHTML?OID=4457	12
7. ÁBRA : FIAT 500 MŰSZERFAL ~1960 HTTP://OLDTIMER.PHOTOGRAPHY/PHOTOS/2014-OLDTIMERTREFFEN-BAD-BENTHEIM-HERRENBERG/FIAT-500-INTERIOR.JPG	13
8. ÁBRA FIAT 126 "POLSKI" MŰSZERFALA ~1970-75 HTTPS://EASTGEAR.HU/EN/PRODUCT/POLSKI-FIAT-126P-LILPOK/	13
9. ÁBRA ART DECO STÍLUSÚ HIRDETŐ PLAKÁT	15
10. ÁBRA AZ ÜLÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ U FORMA	15
11. ÁBRA EREDETI ÜLÉS ÁLLÍTÓSÍN ÉS BELTÉR INSPIRÁCIÓ. HTTPS://PLAYER.HU/AUTOMOTOR-2/CARLEX-DESIGN-POLSKI-FIAT-126P	16
12. ÁBRA ELSŐ ÜLÉS PROTOTÍPUS 1.2.1	18
13. ÁBRA VÉGSŐ ÜLÉS PROTOTÍPUS 6.1.0	18
14. ÁBRA HAJLÍTÁSOK ADOTT PONTOKBAN 2 DIMENZIÓ	19
15. ÁBRA PROTOTÍPUS. TÚL FUTURISZTIKUS ÉS SPORTOS AZ ELKÉPZELÉSEIMHEZ. TÖBB 3 DIMENZIÓS HAJLÍTÁST TARTALMAZ	19
16. ÁBRA MŰSZERFAL KEZDETI MODELL	20
17. ÁBRA MŰSZERFAL HAJLÍTOTT VÉGLEGES VÁLTOZAT	21
18. ÁBRA SAJÁT MINTÁK PRÓBATÉTJEI KONCEPCIÓ	22
19. ÁBRA ELSŐ SAJÁT MINTA ÉS VÉGLEGES MŰSZERFAL	23
20. ÁBRA SZÖGLETES CSIGAMINTA	23
21. ÁBRA : SZAGGATOTT VONAL MINTA	23
22. ÁBRA SZAGGATOTT VONALAS MINTA	24
23. ÁBRA BORÍTÁS BAL OLDALI ÍVES KIVÁGÁS ÉS POZÍCIONÁLÓ SZÖGLET.	24
24. ÁBRA AUTOCAD-BEN KÉSZÜLT KIVETÍTETT RAJZ.	25
25. ÁBRA KÖZÉPSŐ KONZOL TERVEI	26
26. ÁBRA PROTOTÍPUSOK ILLESZKEDÉSI ÉS MINTAHIBÁI	27
27. ÁBRA BIOKOMPOZIT AJTÓBORÍTÓ, PARAFABERAKÁSSAL ÉS FOGANTYÚVAL.....	28
28. ÁBRA SZÉNSZÁL ERŐSÍTETT PRÓBATEST GYÁRTÁSA	30
29. ÁBRA ZSÁKOS IDOMFORMÁLÁS TESZTELÉSE.....	31
30. ÁBRA VÁKUUM PRÉS: SZÍVÓCSONK	33
31. ÁBRA VÁKUUM PRÉS: BÁZIS ASZTAL SZÍVÓCSONK HELYE KÖZÉPEN.	33
32. ÁBRA CSONK FÖLÉ HELYEZETT PRÉSFORMA	34
33. ÁBRA TÖMÍTŐ GYURMA	35
34. ÁBRA ÖSSZEÁLLÍTOTT PRÉSASZTAL	35
35. ÁBRA FURNÉRLAPOK ELŐKÉSZÍTÉSE ELŐFORMÁLÁSHOZ, BEVÁGÁSOK A FURNÉROK SZÉLEIN	36
36. ÁBRA TÖBB RÉTEG EGYIDEJŰ ELŐHAJLÍTÁSA. KÍSÉRLET.....	36
37. ÁBRA ELSŐ HÁROM RÉTEG FURNÉR ELŐHAJLÍTÁSA.	37
38. ÁBRA RÉTEG ELŐHAJLÍTÁSA.	37
39. ÁBRA GUMIHÁLÓ	37
40. ÁBRA INVENTOR TERVEZŐPROGRAMBAN ÖSSZEÁLLÍTOTT HAJLÍTÓFORMA ÉS AZ ELKÉSZÍTETT FORMA	39

41. ÁBRA ROBBANTOTT IDOMFORMA	40
42. ÁBRA ALTERNÁLÓ MAGASSÁG BELSŐ LAMELLÁKNÁL	40
43. ÁBRA LAMELLÁK KIOSZTÁSA CNC MEGMUNKÁLÁSRA.....	41
• ARCHITECTURE DIGEST. 2019.12.16. THONET AND IT'S BESTSELLER NO.14 CHAIR GET A MAJOR RETROSPECTIVE. 44. ÁBRA CAFÉ CHAIR NO.14-„THONET HAJLÍTOTT BÚTOROK. MEGTEKINTVE: 2024.09.28. HTTPS://WWW.ARCHITECTURALDIGEST.COM/STORY/THONET-AND-ITS-BESTSELLING-NO-14-CHAIR-GET-A-MAJOR-RETROSPECTIVE.....	45
• MAIL ONLINE. 2015.01.06 COLLECTION OF HORSE-DRAWN CARRIAGES USED BY ROYALTY.. 45. ÁBRA VIKTORIÁNUS LOVASKOCSI 1835. MEGTEKINTVE: 2024.10.10. HTTPS://WWW.DAILYMAIL.CO.UK/NEWS/ARTICLE-2898892/COLLECTION-HORSE-DRAWN-CARRIAGES-USED-ROYALTY-LUXURY-CHAMPAGNE-HOUSES-SALE-COMBINED-1-5M.HTML.	45
• DUNG NGO ÉS ERIC PFEIFER BENT PLY : THE ART OF PLYWOOD FURNITURE (2003). 46. ÁBRA FAIPARI IDOMPRÉS ÉS SÍKPRÉS POFÁI KÖZÉ HELYEZETT IDOMFORMA	45
• EASTGEAR. 2022. POLSKI FIAT 126 P. 47. ÁBRA FIAT 126 "POLSKI" MŰSZERFALA ~1970-75. MEGTEKINTVE: 2023.03.10 HTTPS://EASTGEAR.HU/EN/PRODUCT/POLSKI-FIAT-126P-LILPOK.	45
• OLDTIMER PHOTOGRAPHY. 2014.06.07. 48. ÁBRA : FIAT 500 MŰSZERFAL ~1960. MEGTEKINTVE: 2023.03.10.HTTP://OLDTIMER.PHOTOGRAPHY/PHOTOS/2014-OLDTIMERTREFFEN-BAD-BENTHEIM-HERRENBERG/FIAT-500-INTERIOR.JPG.....	45

MELLÉKLETEK