

SZAKDOLGOZAT

SOÓS MÁRTON FERENC
SOPRON, 2024

SOPRONI EGYETEM

FAIPARI MÉRNÖKI ÉS KREATÍVIPARI KAR

Fiat Polski 126 P személyi gépjármű, külső részek átalakítása faipari technológiák alkalmazásával

Témavezető:

Dr. Alpár Tibor
Professzor, Doktor

A dolgozat készítője:

Soós Márton Ferenc
faipari mérnök BSc hallgató



SZAKDOLGOZAT FELADAT

Diplomamunkát készítő neve:	Soós Márton faipari mérnök BSc hallgató
A diplomamunkát készítő Neptun kódja:	AINBXF
Diplomamunka címe:	Biokompozit külső alkatrészek fejlesztése gépjármű átalakításához
Intézeti konzulens(ek):	Dr. Alpár Tibor L. egyetemi tanár
A dolgozat kódja	FMK-85-2024-SZ

Elvégzendő feladatok

1. Vizsgálja meg a vonatkozó szakirodalmat különös tekintettel kültéri igénybevételre és értékelje azt.
2. Tervezze meg egységes formavilággal a jármű lökhárítóját és külső design elemeket faalapú kompozitokból.
3. Határozza meg a használni kívánt anyagok körét, és készítse el présablonokat.
4. Végezzen prototípusgyártási kísérleteket.
4. Végezzen mechanikai vizsgálatokat és értékelje ki azok eredményeit, tapasztalatait.
5. Foglalja össze a vizsgálati eredményeit, továbbá az azokkal kapcsolatban felmerült egyéb megállapításokat, továbblépési lehetőségeket.

Beadási határidő: 2024. november 29.

Sopron, 2024. szeptember 20.


Prof. Dr. Magoss Endre
dékán





NYILATKOZAT

Alulírott (név) **Soós Márton Ferenc** (neptun kód: **AINBXF**) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a **Fiat Polski 126 P személyi gépjármű, külső részek átalakítása faipari technológiák alkalmazásával** című (megfelelő rész aláhúzendó)

házi dolgozat;

diplomadolgozat;

szakdolgozat/diplomamunka

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.

Hivatkozások és idézések szabályai:

Az 1999. évi LXXVI. tv. a szerzői jogról 34. § (1) és 36. § (1) első két mondata.)

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg.**

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.**

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 2024. 11. 28.

hallgató

Motto	7
1. Kivonat	8
Extract.....	8
2. Kutatási előzményei	9
3. Biokompozitok/fa használata autóiparba	10
3.1 Biokompozit és fa használatának történelme	10
3.2 Számomra különleges típusok.....	12
4. Anyaghasználat lökhárítókészítéshez	14
4.1 Biokompozitok	14
4.2 Biokompozit:.....	15
4.3 Autóiparban fellelhető biokompozitok és feladatuk	15
4.4 Közönséges Bükk (<i>Fagus sylvatica</i>)	17
4.5 Szénszál	18
4.6 Epoxi gyanta.....	19
4.7 Poliuretán ragasztó.....	19
4.8 Két ragasztó összehasonlítása.....	20
5. Előkísérletek	21
5.1.1 Első próbatetek gyártása a kutatásban.....	21
5.1.2 Második kísérleti minta	21
5.1.3 Harmadik kísérleti minta	22
5.2 Előkísérletek kiértékelése.....	22
6. Alkatrészek tervezése	23
6.1. Első és hátsó lökhárító bemutatása és vizsgálata	23
6.2. Tervezési folyamatok	25
7. Lökhárító készítés elejétől a végéig	29
7.1 Anyagelőkészítés.....	29
7.2 Gyártáselőkészítés	30
7.3 Kiértékelés	41
8. Rögzítővasalat tervezése és legyártása	42
9. Mérési vizsgálatok	43
10. Eredmények kiértékelése	44
11. Összegzés:	47

12. Köszönetnyilvánítás:	48
Ábrajegyzék.....	49
Források:.....	50

MOTTO

Az autóipar jövője: könnyebb, erősebb, zöldebb.

1. KIVONAT

Jelen dolgozatban az autóiparban használt biokompozitok típusait, előállítását és funkcióit vizsgálom. Kiválasztok a végén egy olyan kompozitot, ami megtudná változtatni a kültéri alkatrész gyártását az autóiparban. A kompozitok használata a környezettudatos gyártás alapköve. Pozitív tulajdonságait kihasználva egy természetes módszert viszek az autóépítésbe. Célom növényi szálakkal erősített anyag létrehozása, ami van olyan erős, mint egy nehezebb fém alkatrész, és környezettudatosabb, mint a műanyag. Tervem a szénszál megvizsgálása és használata, mint külső alkatrész erősítő anyag, például a lökhárítóban.

A dolgozatomban bemutatom és megvizsgálom ezeket a kivitelezéseket és fejlesztéseket, amihez egy Fiat 126 P típusú autót vettem alapul. Az autó és az alkatrészei megvizsgálása és bemutatása után, tervezni szeretnék egy fakompozitot, ami az autó külsőjén helyezkedik el, tulajdonságaiban ellenál az időjárásnak és a lehetséges ütközéseknek. Végül legnagyobb hangsúllyal az autó első és hátsó lökhárítóját fogom újra tervezni, kivitelezni és vizsgálni különféle szilárdsági mérésekkel. Ezek kiértékelésével zárnám dolgozatomat.

Extract

In this thesis, I examine the types, production and functions of biocomposites used in the automotive industry. In the end, I choose a composite that could change the production of outdoor parts in the automotive industry. The use of composites is the cornerstone of environmentally conscious production. Taking advantage of its positive properties, I bring a natural method to car construction. My goal is to create a material reinforced with plant fibers that is as strong as a heavier metal part and more environmentally friendly than plastic. My plan is to investigate and use carbon fiber as an external component reinforcement material, such as in the bumper.

In my thesis, I present and examine these designs and developments, for which I took a Fiat 126 P type car as a basis. After examining and presenting the car and its components, I would like to design a wood composite that is located on the exterior of the car and has properties that resist the weather and possible collisions. Finally, with the greatest emphasis, I will redesign, build and test the car's front and rear bumpers with various strength measurements. I would conclude my thesis by evaluating these.

2. KUTATÁSI ELŐZMÉNYEI

A témám egy közös projektként indult. Kollegámmal Fónagy Gáborral találtuk ki, hogy veszünk egy Fiat Polski 126 P modellt és átalakítjuk. Egyből beleszerettünk a projektbe és végül arra az elhatározásra jutottunk, hogy én az autó külső elemeivel, míg Gábor a belső elemekkel fog foglalkozni.

Engem a *Faalapú kompozit anyagok és termékek* órán nagyon elvarázsolt a réteglemez gyártása, úgyhogy ez irányba mentünk tovább. Elkezdtünk keresni egy projektautót, aminek megfelel a belső tér kialakítása és a külső elemeinek az elhelyezkedése, hogy könnyen átalakítható legyen.

Főbb kritériumaink voltak, hogy olcsó, de viszonylag jó állapotú, régi autót vegyünk meg. Számos autó jött számításba, olyan ikonikus autók, mint az első generációs Volkswagen Golf vagy szintén az első generációs Opel Astra és még sorolhatnám. Ezekkel az autókkal az volt a probléma, hogy az alkatrészek minőségileg masszívan egybe voltak építve és nekünk egy fel-le szerelhető alkatrészekből álló autó lenne ideális.

Egyik kirándulásunk Szolnokra vezetett évfolyamtársunkhoz, aki történetesen örökölt egy 1986-os Fiat Polski 126 P modellt. Egyből láttuk magunk előtt, hogy ez a típus tökéletes lenne kutatásunk alapkövének. Így hosszas kutatás után 2023 májusában közösen meg is vettük.

Én kifejezettem örültem ennek a kutatásnak mert mindig is érdekelt az autóiipar és a versenyzés. Én olyan gyerek voltam, aki imádott autóval játszani, versenyezni, építeni. Különösen a LEGO autókat szerettem összerakni, fejleszteni. Későbbi fa iránt való szerelmem kiérett, és ebből alakult ki ez a projekt.

3. BOKOMPOZITOK/FA HASZNÁLATA AUTÓIPARBAN

Utána jártam, hogy miképpen használt az autóipar fát és biokompozitot. Ezeket időrendbe szedtem a legfontosabb modellek megkeresésével.

Az autóiparban a fa, mint alapanyag és mit építőanyag mindig is kedvelt volt. Már az első autóknál jelen volt a fa, például a 1908-as években készült Ford T modell alkatrészeinek egyes részei fából készültek (1. ábra). Henry Ford ennek a modellnek a gyártása során nagy hangsúlyt fordított a környezetvédelemre és a költséghatékony anyagválasztásra. Például azokat a faládákat, amelyeket az alkatrészek szállítására használt, széthasította és abból készítette el a karosszériát tartó vázat. A gyártás során keletkező felesleges fahulladékból faszenet készített. Megemlíteném azokat az alkatrészeit az autónak, amiket szabad szemmel lehetett látni, hogy fából készült, ezek az autó kerekei, karosszéria és a paldóelemek. (WIKIPEDIA, 2012)



1. ábra
Ford T modell (Forrás: WIKIPEDIA, 2012)

3.1 Biokompozit és fa használatának történelme

1990-es években a biokompozitok kutatása felgyorsult a fenntartható gazdálkodás céljaként. Kezdetben csak nem szerkezeti alkatrészekben volt jelen, mint például ajtópanelekben. 2000-es években az Audi úttörőként alkalmazta a természetes szálak kompozitokat az autógyártásban. Természetes szálak használatát és előnyeit vizsgálta. Hasonlóan az Audi-hoz a

német autócégek elkezdtek különféle kompozitokat használni az autó belső terén (WILEY Online Library 2015).

A Mercedes Benz A és E osztályú modelljei kókuszdió szálakat használtak az ülésekben és szizál szálak szőnyeget az ajtópaneleknél. BMW (Bayerische Motoren Werke) cellulózsálakat használt különböző alkatrészekben. Az Audi len-szizál szőnyeggel erősített poliuretán kompozitot az ajtópanelben. Kenaf (Rostmályva) szálakat használt a Ford Mondeo modellek padlótálcáiban és ajtólapjaiban. Végül a Volkswagen cellulóz szálakat használt az üléstámlákhoz és ajtólapokhoz.

Nagyon sok más nemzetiségű autógyártó is elkezdte a kompozitok beleépítését autókba (2. ábra).



2. ábra

Természetes szálak kompozitokból készült autó alkatrészek (Forrás: WILEY Online Library, 2015)

A 2010-es években rohamosan kezdett fejlődni a biokompozitok használata az autógyártásban. A Faurecia globális autógyártó nagy szerepet játszott ebben. A természetes rostokkal erősített kompozitokból készült alkatrészek 20-25%-os súlycsökkentést eredményeztek, ami javította a járművek üzemanyag-hatékonyságát és csökkentette a CO₂-kibocsátást. Emellett az anyagok újrahasznosíthatóságának növelésére törekedett a cég, ezzel is hozzájárulva a fenntarthatóbb autógyártási folyamatokhoz. A vállalat célja, hogy a jövőben minél tágabb körben alkalmazza a biokompozitokat az autógyártásban (CompositesWorld, 2022).

A 2020-as években nagyon sok projekt és program indult a biokompozitok használatára és fejlesztésére. Ennek egy jó példája az Európai Unió kutatási és innovációs keretprogramja a Horizon 2020. Feltűnt nem egy autógyártó cégnek, hogy a biokompozitok alkalmazásával járó előnyök kifejezetten hasznosak, így hamar népszerű lett. Jobb teljesítmény, kevesebb CO₂-

kibocsajás. Mike Clowry, az IAC (Nemzetközi Autóalkatrészek Csoport) fejlesztési és mérnöki részlegének alelnöke úgy nyilatkozott, hogy az autóipar autóiinak a nagy részében a beltér létrehozására biokompozitot alkalmaznak. Emellett a fejlesztések eredményeként létrejött az első természetes szálak kompozit napfénytetőkeret, aminek a gyártása 70% kender és kenafrostból készült, ami felére tudta csökkenteni a fém napfénytetőnek a tömegét. Következő kísérletek már az autó kültéri elemeire is hatással lehetnek, mégpedig a lenszátkompozitból készült első és hátsó lökhárítók. Kutatások igazolják, hogy a természetes szálak előállításának szintén kevésbé energiaigényes, mint a szintetikus szálaké. Üvegszálnál 1,7-2,2 tonna, míg a természetes rost gyártásánál 0,5-0,7 tonna CO₂ keletkezik. Összegzésként a természetes biokompozitok használata nagyon sok előnnyel gazdagítja az autóipart (AllThings.Bio, 2018).

3.2 Számomra különleges típusok

A Mercury Colony Park (3. ábra)

A Ford motor által gyártott autó egy igazi gyönyörűségnek számított. Ez az autó igazán kitűnt a tömegből a prémium külső faburkolatával. Bár ez a burkolat a valódi fát csak szimulálja, igazán kecsessé teszi. De amiért igazán beleszerettem magam, az a belső fa alkatrészek. Az egész műszerfal fából van és az ajtókbba is egy két helyen becsempészték a természetes, de annál inkább prémium anyagot. Veterán autók közül az egyik kedvenc autóm. (WIKIPEDIA, 2010)



3. ábra
Mercury Colony Park modelnek bel és kültere (Forrás: Cars Dawydiak, 2024)

Modern autók közül pedig az Aston Martin Valhalla (4. ábra), ami különleges karbonszál technológiájával egy könnyű, de annál erősebb felépítésű autó. Ez az anyag hozzájárul, hogy a szuperautó gyorsabb kezelhetőséget és nagyobb sebességet érhessen el. A Valhalla kiemelkedő példája az innovatív anyaghasználatnak és a fenntartható jövőre tett lépéseknek. (ASTON MARTIN, 2020)



*4. ábra
Aston Martin Valhalla (Forrás: ASTON MARTIN, 2020)*

4. ANYAGHASZNÁLAT LÖKHÁRÍTÓKÉSZÍTÉSHEZ

Szakedolgozatom ezen a részében elemezni fogom a gyártáshoz szükséges anyagokat.

4.1 Biokompozitok

Bio:

Élelmiszereknél akkor hívnak egy terméket „bio”-nak, ha természetes vagy ökológiai ,termékek drágábbak, mert többet kell velük foglalkozni, de fenntarthatóak és környezetkímélő módon termesztik. Környezetvédelemben az újrahasznosítható, környezetbarát alternatívák használata előnyös a környezetünkre káros anyagokkal szemben. Összefoglalva „bio”-k a természetes úton megtermeszthető, újrahasznosítható és adott esetben biológiai úton lebontható anyagok, ill. azok gyártási, előállítási módszerek, amik nem járnak káros hatásokkal világunkra. (ÖKO ABC 2024)

Kompozit:

A kompozit kifejezés olyan összetett anyagot jelöl, amely több különböző összetevőből áll, és ezek kombinációja egy az alapanyagoknál jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagot hoz létre. Az ilyen anyagok széles körben alkalmazhatóak, mivel két vagy több összetevő pozitív tulajdonságait egyesíti. Például a kompozit anyagok egyidejűleg lehetnek könnyűek és erősek, ami különösen értékesé teszi őket számos iparág számára.

Az anyagtudományban a kompozit fogalma kiemeli az összetettséget, de fontos megjegyezni, hogy minden szerkezeti anyag összetett lehet molekuláris szinten. Például a homogén acél, amely ferrit és perlit mikroszerkezeti fázisokat tartalmaz, technikailag szintén tekinthető kompozitnak. A gyakorlatban olyan rendszerekre korlátozzák a kompozitokat, amely szabad szemmel is megkülönböztethetők. A kompozit anyagokban található fázisok jelentősen különböznek egymástól még akkor is, ha azonos kémiai összetételűek. Ezek a különbségek, például a termodinamikai tulajdonságok, mint az entrópia ugrásszerű változása, jól jellemzik. Egyik példája ennek az önerősített poliészter, amelyben a szálas és amorf fázis közötti határfelületnél a rendezettség csökkenését figyelhetjük meg. Az ilyen fázishatárok jelenléte meghatározó a kompozitok tulajdonságainak kialakításában, különösen a szilárdság és a merevség szempontjából.

Ezek a jellemzők teszik a kompozitokat különösen értékesé az iparban és a kutatásban, ahol a magas teljesítményű anyagok iránti igény folyamatosan növekszik (Czvikovszky T. et al., 2007 pp. 369-370).

4.2 Biokompozit:

Olyan kompozit anyagok, amiknek legalább egyik összetevője természetes forrásból származik. Jelen esetben szintetikus szállal, azaz szénszálszövettel erősített biopolimer.

Miért kell minél több helyen használni és kutatni a kompozit anyagok használatát az autóiparban?

Az első fontos pont az üvegházhatású gázok, mint a:

CO₂: ami a fosszilis termékek égésénél, ipari folyamatok, közlekedés során kerül a levegőbe. Ezekkel szemben a fa tüzelés során csak annyi CO₂ szabadul fel, amennyi szén-dioxidot megkötött a fa élete során.

CH₄: a metán főleg mezőgazdaságból szabadul fel.

N₂O: dinitrogén-oxid, amely szintén a mezőgazdasági műtrágyázásból kerül ki a légkörbe.

Ezekre az anyagokra, de főleg a CO₂-ra az Európai Unió és az Európai Gépjárműgyártók Szövetsége jogszabályt hozott létre, aminek tartalma és célja, hogy a szén-dioxid kibocsájtást 2020-ra lecsökkentsék 95 g/km-re.

A kőolajkimerülés a következő probléma. 100 000-szerese a olajkészlet felhasználása mint, amit a természet képes után pótolni.

Emellett a társadalom fogyasztási szokásait kell megreformálni, hogy sokkal jobban figyeljünk a környezetünkre.

A biokompozitok erre megoldást nyújthatnak az autóiparban. (AIMPLAS, 2019)

4.3 Autóiparban fellelhető biokompozitok és feladatuk

A biokompozitok számos előnyt jelenthetnek az autóipar számára. Egyrészt ezek az anyagok könnyűek, ezáltal az autónak az össztömege is kevesebb, tehát a fogyasztás és a károsanyag kibocsátás kevesebb lesz. Emellett hang és hőszigetelési tulajdonságokkal is rendelkezhetnek. Az autók belső alkatrészeinél, ülések párnázásainál, tetőburkolatnál, dekoratív elemeknél alkalmazzák. Nem csak, hogy környezettudatos a biokompozit használata, de a vezetőben az ilyen látszó anyagok természetes és nyugodt érzést keltenek.

A legismertebb közönséges természetes anyagokat is tartalmazó anyagok közé tartozik a WPC (5. ábra), ami fa-polimer kompozitot jelent. Farost vagy fapor vegyítése hőre lágyuló műanyaggal. Főleg építőiparban használják, ott is kültéren gyakori, például teraszburkolatként, kerítésekhez, padokhoz, ablak és ajtókeretekhez, beltéren bútorokhoz. Az autóiparban beltéri ajtó panelnek, ülés háttámlájának, pótkerék panelnek és kalaptartó elkészítéséhez használják.



5. ábra
WPC (Wood-Polymer Composite) (Forrás: WPC Master, 2024)

A másik igen kedvelt biokompozit az NFC (Natural Fiber Composite) vagyis természetes szálak kompozitok (6. ábra) ami természetes rostokból, például lenből, kenderből, jutából és szizálból készül. Ezt hőre lágyuló vagy keményedő polimerekkel használják. Például hőre keményedők az epoxi gyanták, amivel nagyon jól lehet összeragasztani ezeket az anyagokat. Leggyakrabban autók belső elemeinek gyártásban használják, mint például csomagterei burkolatokhoz és ajtópanelekhez elkészítéséhez használják. (AIMPLAS, 2019)



6. ábra
NFC (Natural Fiber Composite) (Forrás: MICROTExCOMPOSITE, 2024)

4.4 Közönséges Bükk (*Fagus sylvatica*)

Európa egyik leggyakoribb lombos fája, amely északi mérsékelt égövben őshonos. Magyarország domináns fafaja hazai erdőknek mintegy 7%-át teszi ki. Leginkább domb és hegyvidéki területen található (7. ábra). Egy szórtlikacsú keményfa. Boltokban fehér és gőzölt bükköt lehet venni, különbség csupán annyi, hogy a gőzöltnek sokkal sötétebb a színe ez alapján is választottam a kutatáshoz. Makroszkópos vizsgálatnál látszanak a bélsugarak is, amiről könnyen felismerhetővé válik. És emiatt a foltok miatt sokan nem is szeretik van, aki azt mondja csúnya nem illik sehova, de az én személyes vélemény az, hogy ez teszi egy igazán különleges és érdekes fafajjává. Saját tapasztalataimból leszűrve egy nagyon kemény és nehéz fa, viszont ezek a tulajdonságok lehetővé teszik a könnyű gépi megmunkálását (Molnár S. et al., 2002 pp. 70-78).



7. ábra
Közönséges Bükk (Fagus Sylvatica) (Forrás: KERTPONT, 2022)

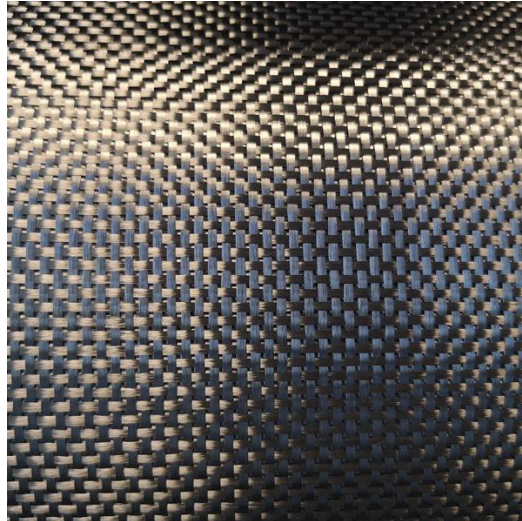
Kutatásomban hasított 1,4 mm vastagságú gőzölt bükkfurnért használtam, amit a Jaf Holz Kft. biztosított számomra. A kísérleti gyártáshoz kilenc darab 296×21 cm méretű színfurnért rendeltem. Ezek alkalmasak voltak a lökhárító megfelelő minőségű felületképzésére is.

4.5 Szénszál

A lökhárító szilárdságának növelése érdekében a húzott és nyomott övbe, a két szélső furnérréteg alá szénszálal szövet erősítést terveztem (8. ábra). Alapja a gyártásnak a poliakrilnitril (PAN), egy szintetikus polimer. Még lehetnek olyan alternatívák, mint a kátrány vagy természetes helyről származó cellulózsálak.

A PAN szálakat, hogy a feldolgozás során stabilak maradjanak, a szálakat szőtt vagy fonott formában készítik elő. A következő szakaszt oxidációs szakasznak hívják, ahol a PAN szálakat egy oxidációs kemencében hevítik körül belül 200-300 C° hőmérsékleten. Ahhoz, hogy kialakuljanak a szénláncok keresztkötései, ezt az előző folyamat biztosítja emellett azt is, hogy a szálak ellenálljanak a magasabb hőmérsékletnek. Majd elérkezünk a karbonizáció szakaszához, ahol az oxidált szálakat nitrogén atmoszférában, azaz inert környezetben 1000-3000 C° felhevítik. Ez a folyamat, az oxigént és a hidrogént, vagyis a nem szénalapú atomokat eltávolítja, aminek a végeredménye egy kivételes szakítószilárdsággal rendelkező tiszta, kristályos szerkezetű szénszál. A felületkezelés a következő folyamat, ahol a szénszálak felületét vegyszerekkel kezelik, hogy a polimerekhez és a gyantákhoz való tapadást javítsák. A gyártás végéhez közeledve a szálakat különféle vastagságú és mintázatú szöveté szövik szött vagy fonott alakban. Az ilyen szövetek különféle nagy iparágakban tűnnek fel, mint például a repülőgépgyártásban és autógyártásban, emellett sportfelszerelések elkészítésében is jeleskedik a könnyű súlya és strapabíró szerkezete miatt. Az utolsó folyamat a szigorú minőség ellenőrzés, ahol a szálak mechanikai tulajdonságát tesztelik, mint például a szakítószilárdság mérés. A kész szénszálal olyan területen használják fel, ahol fontos az, hogy minél könnyebb, hőállóbb anyag legyen, aminek magas a szilárdsága, például űrhajók alkatrészei (How It's Made, 2023).

A kutatáshoz a szénszálal szövetet NOVIA Kft-től rendeltem.



8. ábra
160 g/m² szénzövet, amit a lökhárító gyártáshoz használtam (Forrás: Novia, 2024)

4.6 Epoxi gyanta

Ragasztáshoz a MGS LR 635 epoxi gyantát és a hozzá tartozó MGS LH 635 edzőt választottam, ami az átlagosnál alacsonyabb hőmérsékletű ragasztáshoz ajánlott. A ragasztót és az edzőt a NOVIA Kft-től rendeltem.

Ahhoz, hogy a megfelelő epoxit kiválasszuk sorba kell venni a szempontokat, mint a gyanta átlátszósága, keménysége, rugalmassága és kötési ideje. Emellett, hogy milyen szerepe lesz az epoxinak, gondolok itt ragasztásra, öntésre vagy bevonásra, valamint a páratartalom és a hőmérséklet, ami befolyásolja a gyanta száradását, kötésének idejét és minőségét.

4.7 Poliuretán ragasztó

Következő ragasztáshoz Kleiberit 501.0 poliuretán ragasztót használtam. A poliuretán ragasztók röviden (PU) egy nagy szilárdságú és sokoldalú ragasztó, ami kifejezetten jól tapad fához, műanyaghoz, fémhez, kőhöz, kerámiához és üveghez. Ezek a ragasztók poliuretán polimerek szintetizálásával készülnek, amelyek izocianátok és polioloak reakciójából jönnek létre. A ragasztó magas szilárdságát és tapadóképességét a kémiai kötések hozzák létre. Gyakran adalékokkal egészítik ki, hogy jobb tulajdonságokkal rendelkezzenek, mint például hőállóság gyors kötés, vízállóság, és flexibilitás. Építőiparban padlóburkolatok, szerkezeti elemek és bútorok ragasztásában. Autóiparban karosszéria összeszerelésben míg a háztartásban barkácsolásnál és kisebb nagyobb ragasztásnál alkalmazzák (Gorillaragasztó, 2024).

4.8 Két ragasztó összehasonlítása

Az epoxi egy két alkotórészes ragasztó, ahol erős kémiai kötést hoznak létre a komponensek. Kifejezetten tartós, hő- és vegyszerállóak, gyakran használják az iparban. Poliuretán ragasztók, egy nagyon rugalmas ragasztó, kiválóan ellenáll az időjárásnak, kopásnak és az UV-sugárzásnak.

Mindkettő ragasztónak vannak előnyei és hátrányai. Az epoxi ragasztó egy nagy szakítószilárdsággal rendelkező gyanta, ami kiválóan tapad különféle anyagokon. Viszont nagyon hosszú a kikeményedési ideje 24 órától akár 3 napig is eltarthat, emellett kevésbé rugalmas, olykor hajlamos repedezni dinamikus terhelés alatt. Míg a poliuretán egy rugalmas gyorsan kötő, viszonylag alacsony hőmérsékleten is, emellett időálló. Negatív tulajdonságai az, hogy alacsony a hő és vegyszerállósága, kevésbé merev kötést biztosít és nedves felületeken alkalmazni szinte lehetetlen.

Összefoglalva mindkét ragasztónak megvannak az előnyei és hátrányai, úgyhogy mindkét gyantát ismerni kell, mert amit ez egyik nem tud megoldani a másik nagyobb valószínűséggel igen.

Így is történt az én esetemben. Bár a préselés után már lehetett látni, hogy a poliuretán az sokkal robusztusabb lett mindenképpen meg szerettem volna vizsgálni, hogy mégis mennyire volt jobb választás az epoxinál (Alumilite, 2020).

5. ELŐKÍSÉRLETEK

5.1.1 Első próbatestek gyártása a kutatásban

Elkezdünk gondolkodni, hogy mi is lenne a legjobb fakompozit, ami, mind beltérre, mind kültérre alkalmas lehet. Az egyetemen a kompozit labor raktárában bükk és tölgy furnér volt nagyobb mennyiségben elérhető. A tölgyfurnérokkal rengeteg gond volt, nagyon kevés használható lap volt, mert vagy repedtek voltak, vagy pedig foltosak és szennyezettek. A bükkfurnérnál a fő probléma az volt, hogy hullámosak voltak egy - két helyen.

Konzultációk után kiválasztottuk a próbatestekhez az anyagokat. Bükk furnért választottuk, ami 450*480 mm-es és 1,3 mm vastagságú volt. Szálerősítő anyagként UD (unidirekcionális) szénszál szövetet használtunk. Hőpréselési technológia mellett döntöttünk, amihez ideális volt a MUF (melamin-karbamid-formaldehid) ragasztó. Kiszámoltuk a ragasztó mennyiséget majd felvittük a kiválasztott 7 rétegre (5 réteg fa 2 réteg szénszál) ez körül belül 20 g-nak felelt meg, végül beállítottuk a présgépet a kívánt hőmérsékletre és nyomásra.

Erre vonatkozó képlet:

$$Z = f + \frac{d}{2}$$

Magyarázat:

Z = préselési idő

f = rétegek száma

d= elérni kívánt vastagság [mm]

A MSZ EN 310 szabvány szerinti mérésből, hogy körül belül 200 N hajlítóerő után tört szét a kompozit. Sajnos a rétegek 1-2 helyen szétváltak ez egyből ragasztás után már látszódott. A várt ragasztást és terhelést nem érte el ezért nem biztonságosnak nyilvánítottuk.

5.1.2 Második kísérleti minta

Ennél a próbálkozásnál ugyanazokat az anyagokat használtuk, mint az első próbatest gyártásánál azzal a különbséggel, hogy itt 9 rétegből állt (7 réteg bükk furnér és 2 réteg szénszál). Ugyanúgy 20 g/réteg műgyantát oszlattunk el, valamint kiszámoltuk újra az időt és a hőfokot a préseléshez. Végeredményként valamivel jobb próbatestet kaptunk, ez annak köszönhető, hogy bár kevés, de volt tapasztalatunk és a régebbi hibákat kijavítottuk. Viszont a

hajlító szilárdság mérésen nem remekelt túl jól. Átlagosan elérte az összes próbatest a 200 N terhelést, de az eredmények azt mutatták még mindig nem biztonságos.

5.1.3 Harmadik kísérleti minta

A kompozitot szintúgy 7 réteg bükkfurnérból és 2 réteg szénszálból tevődött össze. Előző tapasztalataink azt mutatták, hogy a szénszál a kiszámolt mennyiségű epoxi gyantát annyira felszívta, hogy maga a szénszál megkeményedett viszont a fához már nem ragadt hozzá. Ezért 20 grammról felemeltük 35 grammra; ez még az a mennyiség volt, ami nem nedvesítette át a furnérokat. Préselés után kézhez kaptunk egy masszív 9 mm vastagságú szénszál-erősített rétegelt lemezt (9. ábra), amit méretre vágunk, majd a laborban lemértük a hajlító szilárdságát, ami megdöbbentő eredményeket mutatott. Átlagosan elérte a 2600 N hajlító erőt, mely 170 MPa hajlító szilárdságnak felel meg



9. ábra
Fónagy Gáborral alkotott 9 mm-es szénszálas Biokompozit

5.2 Előkísérletek kiértékelése

Ezek a kísérletek nagyon sok tapasztalatot adtak nekünk, megismerhettük a rétegelt lemez gyártásának folyamatát és ezt el tudtuk sajátítani. A végeredmény teljesen megfelelt az én elvárásomnak, mert egy olyan kompozitot sikerült gyártani, ami eléggé rugalmas és eléggé merev ahhoz, hogy a későbbiekben sok tervezés után lökhárítót gyárthassak belőle.

6. ALKATRÉSZEK TERVEZÉSE

Az autó alkatrészeit Inventor program használatával terveztem meg. Ezt a programot az egyetemi éveim alatt használtam minden 3D modell megtervezésére, legyen szó egy komplett íróasztal, guruló szekrény fiók sorral vagy egy asztali marógép késeinek megtervezéséről.

Számba vettem, hogy melyek azok az alkatrészek, amiket meg kell valósítanom, majd prioritási sorrendbe raktam ezeket. Az első és hátsó lökhárító a legfontosabb, majd a hátsó légbeömlők, az ajtók küszöbei, visszapillantó tükrök és egyéb kis esztétikai elemek megvalósítása a cél projektben.

6.1. Első és hátsó lökhárító bemutatása és vizsgálata

A Fiat 126 P autót gyárilag 2 típusú lökhárítóval gyártották 1973 és 2000 között Lengyelországban. Első generációs 126 P-hez krómból keskenyebb és egyszerű formát terveztek. Majd, hogy költséghatékonyabbá tegyék a gyártást a krómot lecserélték, olcsóbb és népszerűbb típus lett, amit fröccsentett műanyagból készítettek (10. ábra).

Előnye az volt, hogy viszonylag hajlékony volt, ha tolatás során egy akadálnak ütközne, abból jelentős anyagi kár nem keletkezett. Hátránya viszont az, hogy nagyon könnyen karcosodik, meglátszik rajta a használat. A kis Polski sohasem volt egy erős, „biztonságos” autó. Ütközés esetén nagy valószínűséggel használhatatlanra tört. Aki már vezette az tudja, egyszerű olcsó megoldásokkal kivitelezett, összerakott kis autó.



10. ábra
Nitron Fiat 126/126 P (műanyag lökhárító)(Forrás: FD Ricambi, 2024)

A másik opció króm lökhárító (11. ábra). Ez a típus volt az első generáció, főképpen 1970-es években gyártották, nagyon elegáns, minőségi darab. Mivel gyorsan lecserélte a cég

műanyagra, ezért igazi ritkaságnak számított. Hátránya az volt, hogy egy komolyabb koccanástól behorpadhatott, de hogy rendesen csillogjon és szép fényes legyen sokat kellett vele foglalkozni. Megnyerő külsőjével könnyen kitűnt a többi régi autók közül.

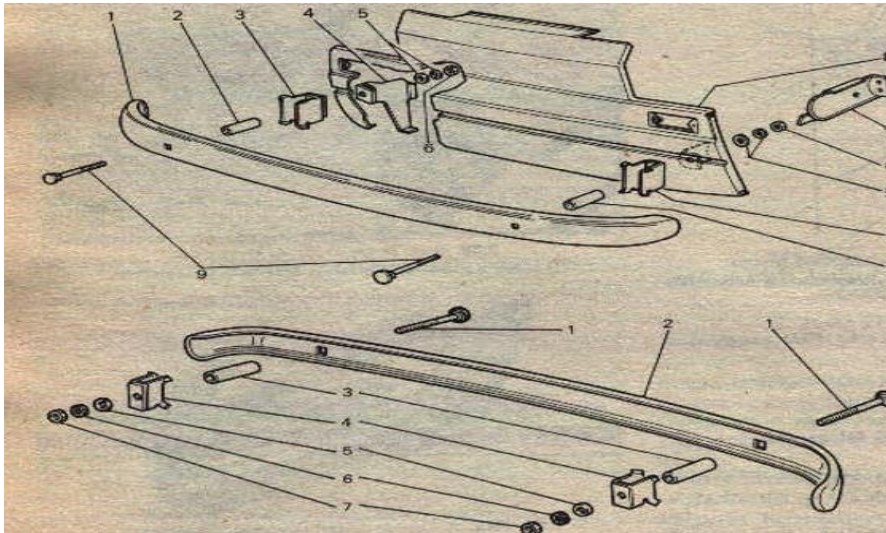


11. ábra
Polski Fiat 126 P Króm Lökhárító (Forrás:126SHOP.hu, 2024)

Az első és hátsó lökhárító közötti fő különbségek egyike a méret. A hátsó kisebb, elől levő testvérével szemben úgy alakították ki, hogy autó tolató lámpája azon kapjon helyet. Mindkettő típusnál a rögzítés csavarokkal történik azzal a különbséggel, hogy a műanyag verziót egy vasalatra kell rárögzíteni, majd azzal együtt kell az autóhoz csavarozni, ez adja meg a merevségét. Mivel a króm egy merev testet képez, neki nincs szükség merevítésre, így az alkatrésznek alakították ki tartókat, amivel el lehet végezni a rögzítést.

6.2. Tervezési folyamatok

Első lépésben lemodelleztem a meglévő műanyag lökhárítót. Meg tudtam szerezni az autó egyik szerelési útmutatóját (12. ábra), ami tartalmazza a lökhárító rögzítési módját.



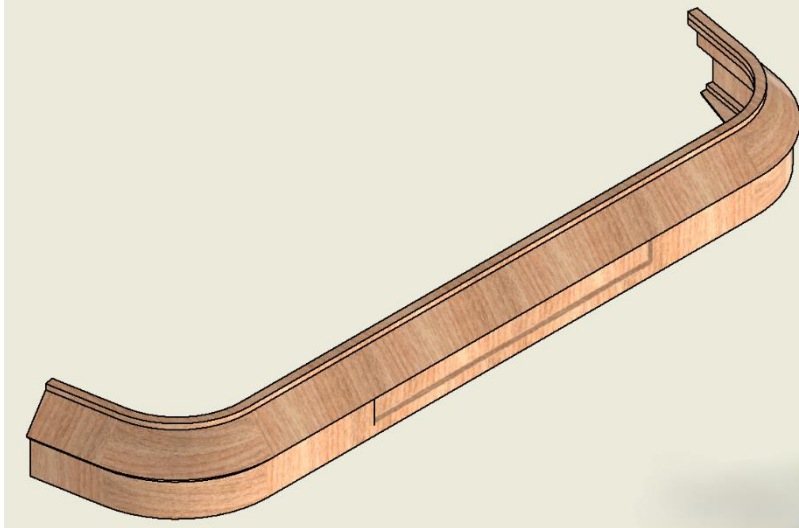
12. ábra
Fiat 126 P lökhárító részei (Forrás: Zbigniew, 1989,p.238)

A lökhárító rögzítését két laposfejű rozsdás csavar látta el. Leszerelést ezek a csavarok hátráltatták így ki kellett vágnom, feszítenem a műanyag alkatrészből ezzel roncsolva azt (13. ábra).



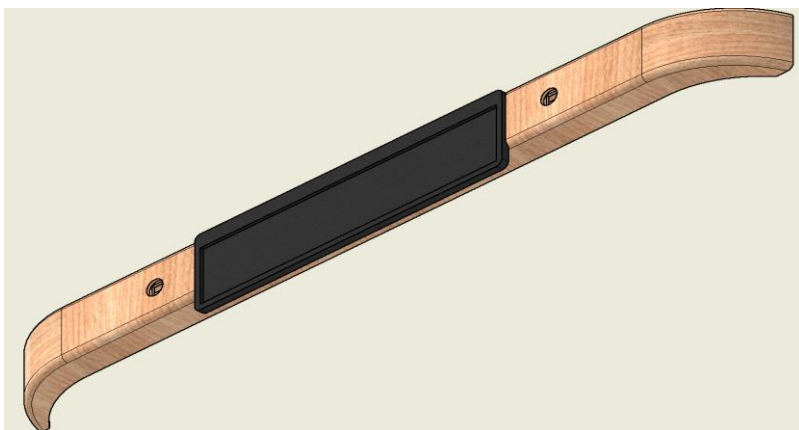
13. ábra
Lökhárító rögzítő csavarok helyei (bal sérült jobb nem)

Tolómérő és mérőszalag használatával a megtisztított alkatrészt lemértem és lemodelleztem 3D-ben.



*14. ábra
1.0 lökhárító terv*

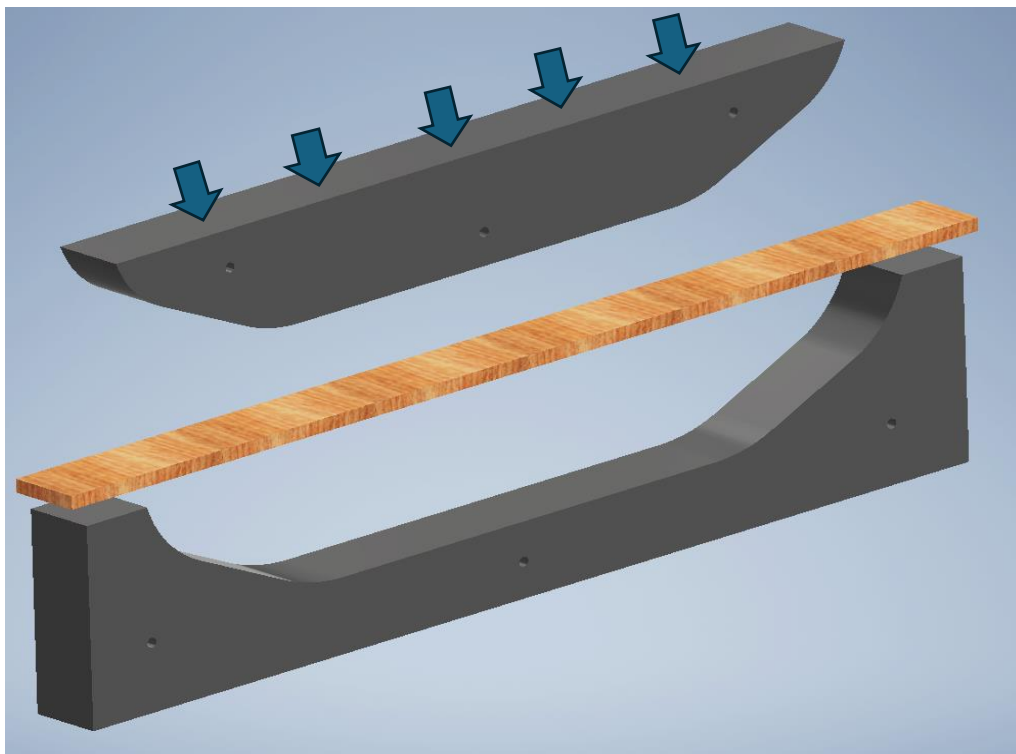
Ez a terv majdnem pontos mása az eredeti műanyag lökhárító tervnek (14. ábra). Nem lehetett olyan megmunkálási módszert alkalmazni ami lehetővé tenné a kivitelezést fa használatával. Következő terv a króm lökhárító mására épül. A műanyagalkatrész méretei alapján megterveztem a második modellt (15. ábra).



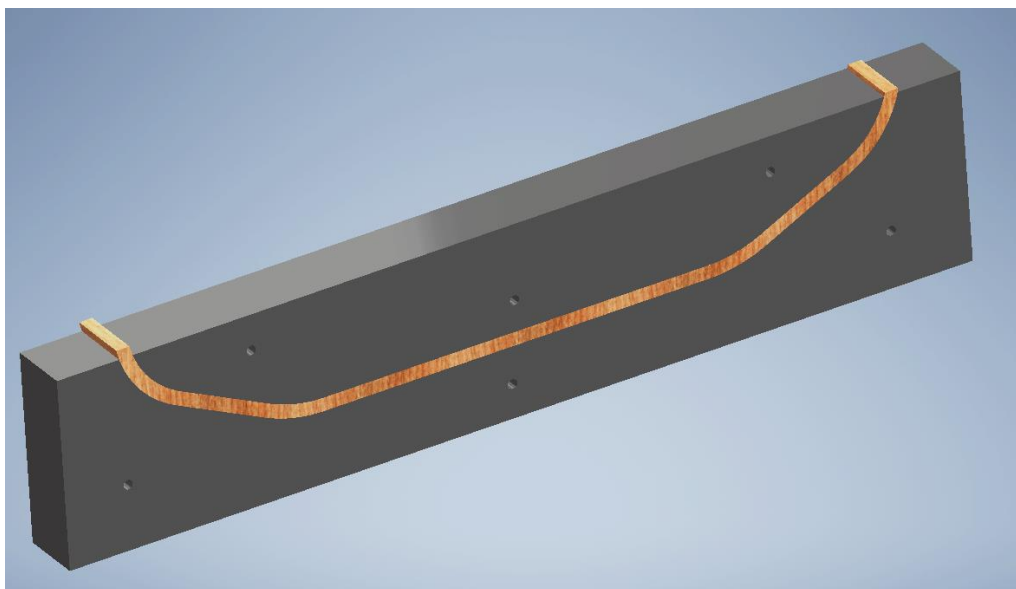
*15. ábra
2.0 lökhárító terv*

Ez egy sokkal egyszerűbb formavilágú lökhárító terv lett, ami nagyvonalakban megkönnyítette a legyártását. Először három részből szerettem volna összeszerelni: a közepén lévő részt

idompréselési technikával (16. ábra, 17. ábra) míg az alsó és felső részt egyszerű tömbösítéssel. Az egyes alkatrészeket idegencsapozással terveztem összeépíteni.



16. ábra
Elméleti préselési folyamat lemodellezése



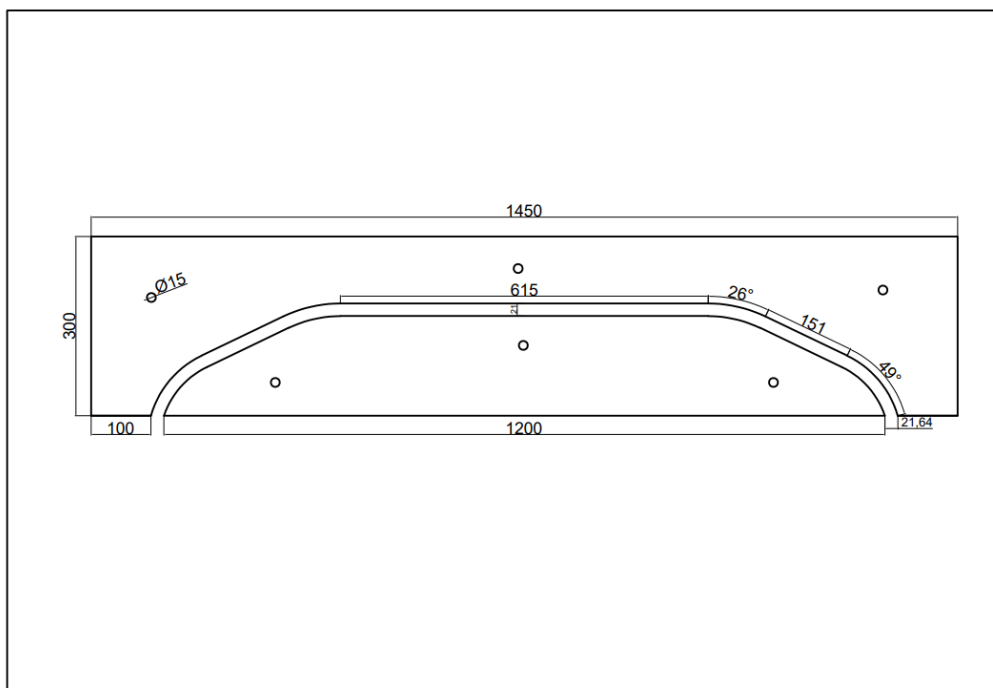
17. ábra
Elméleti préselési művelet vége

Látszik, hogy a tervezők alapján ebben az autóban az egyszerű és olcsó kivitelezési módszereket keresték, mert a hátsó műanyag lökhárító majdnem ugyanaz a méret, mint az elülső, ezért én sem változtattam szinte semmit rajta.

7. LÖKHÁRÍTÓ KÉSZÍTÉS ELEJÉTŐL A VÉGÉIG

7.1 Anyagelőkészítés

Az alap ötletet követve megcsináltam a présformát AutoCAD programban (18. ábra). Falco Zrt. támogatásából szert tettem 18mm vastag MDF lapokra, amiket függőleges lapszabász fűrész segítségével méretre vágtam, majd MasterWood Projekt 310 típusú CNC maróval alakítottam ki a pozitív és negatív sablon elemeit (19. ábra).



18. ábra
Fiat Polski 126 P lökhárító présterve AutoCAD alkalmazásban tervezve



19. ábra
CNC gép marása utáni présforma

Ezután kiválogattam azokat az anyagokat, amiből maga a lökhárító fog készülni. A labor raktárában találtam gőzölt hossz irányú bükkfurnért, aminek méretei $2960 \times 210 \times 15$ mm volt, amit szállítás miatt félbevágtam. Emellett szükségem volt kereszt irányú furnérra is a megfelelő szilárdság elérése érdekében. Ragasztó és szálerősítő anyagot a Novia Kft.-től rendeltem típus szerint MGS LR 635 epoxi gyanta és a hozzá tartozó edző emellett 160 g/m^2 sűrűségű biaxiális szénzál szövet lapot, ami 1000×1200 mm méretbe állt rendelkezésre. A kísérleti termékek legyártásában Takácsiban, a Felona Wood Kft. nyújtott segítséget.

7.2 Gyártáselőkészítés

Először egy kis próbatestet gyártottam, hogy megvizsgáljam, miképp viselkedik a ragasztó üzemhőmérsékleten, ami nagyjából 23 C° volt.

Ragasztó két komponensből áll, maga az epoxi és a hozzá tartozó edző, aminek keverési aránya 70% epoxi és 30% edző volt.

Hozzá tartozó képlet:

$$a \times b = A \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A \times 70 \times \text{Ragasztandó rétegek száma} = \text{Nettó ragasztó tömege [g]}$$

$$\text{Nettó ragasztó tömege} \times 1,2 = \text{Bruttó ragasztó tömeg [g]}$$

$$\text{Bruttó ragasztó tömeg} \times 0,7 = \text{Epxi mennyiség [g]}$$

$$\text{Bruttó ragasztó tömeg} \times 0,3 = \text{Edző mennyiség [g]}$$

Magyarázat:

- A: Felület kiszámítás.
- 70: Négyzetméterre hány gramm nettó ragasztó használása.
- Ragasztandó rétegek száma. Hány rétegre kell ragasztó pl.: 5 rétegű rétegelt lemezre kell 4 rétegnyi ragasztó.
- Nettó ragasztó tömege: A lapokra kerülő ragasztó.
- Bruttó ragasztó tömeg: A lapokon kerülő ragasztót fel kell szorozni 1.2- vel, ami a keverő edényben és a spaklin maradt ragasztót mutatja.
- Epxi mennyiség: Mennyi epoxit kell kimérni a mérő edénybe.
- Edző mennyiség: Mennyi edző kell kimérni a mérő edénybe.

Próbatest rétegei a következőkből álltak (20. ábra):

- 2db szénszál szövet
- 8db hossz irányú furnér
- 7db kereszt irányú furnér

A szénszálnál dupla mennyiségű ragasztót használtam, hogy megfelelően impregnálja a szövetet. A ragasztóanyagot spaklival, manuálisan vittem fel a furnérokra, majd egymásra raktam úgy, hogy hossz és a kereszt furnér felváltva, a szénszál pedig a két szélre kerüljön a borítófurnérok alá. Ezután 90 bár nyomáson préseltem a próbatestet, 6 órán keresztül (21. ábra).

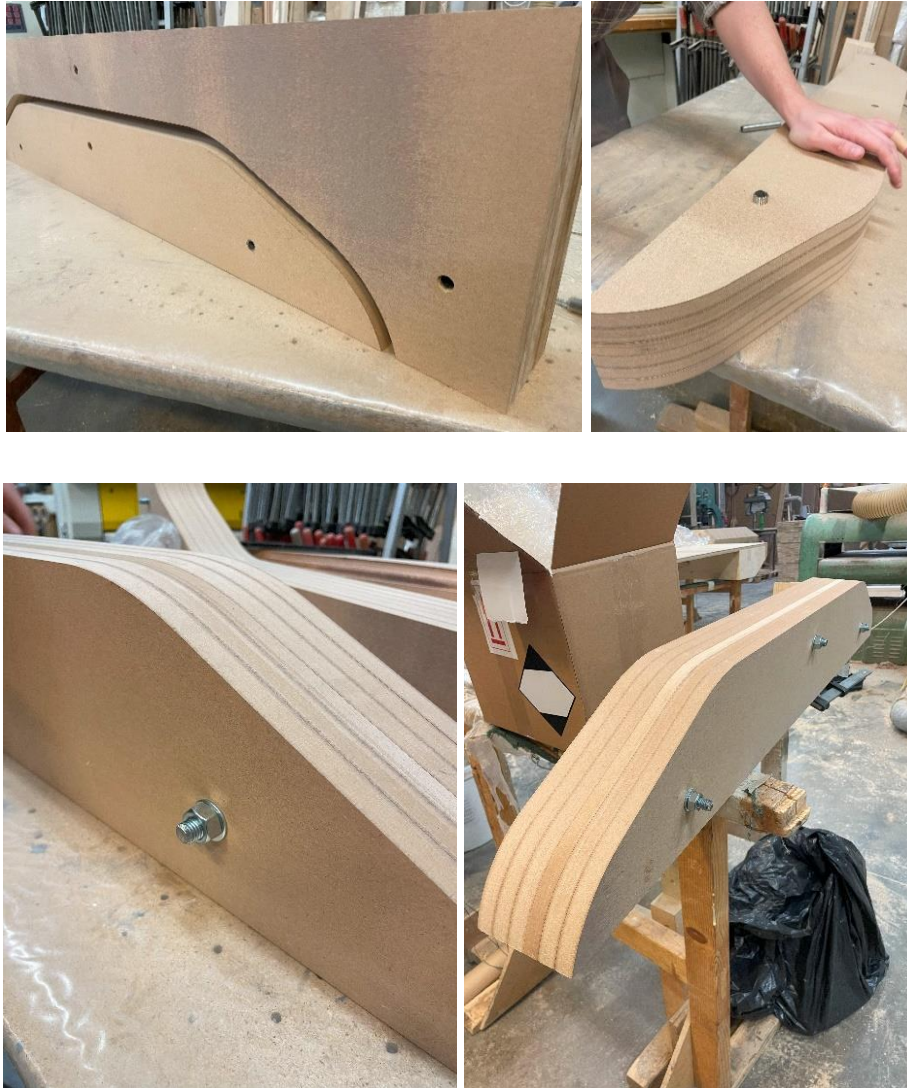


20. ábra
Rétegek összeállítás



21. ábra
Próbatest préselése

Amíg kötött a próbatest, összeállítottam a lökhárító terítékét. Egy Hess D-1460 típusú tömbösítő présgépet használtam, ami 100 mm széles anyagokat tud pontosan préselni. Mivel a présformám 6 darab 18 mm vastag laminált MDF-ből épült fel, kontakt csiszolóval a felesleget és a laminált felületet lecsiszoltam. Az összefogó lyukakat 15 mm átmérőjűre vágtam ki, hogy 15 mm átmérőjű vascsövet át vezessek rajta, ami össze fogja a présformákat. A M12-es menetesszár tökéletesen beleillett a 15 mm-es csőbe, ezért mindkettőt sarokcsiszoló segítségével méretre vágtam. Ezáltal, hogy ne mozduljanak szét a részek M12-es alátét és anyacsavar segítségével összefogattam (22. ábra).



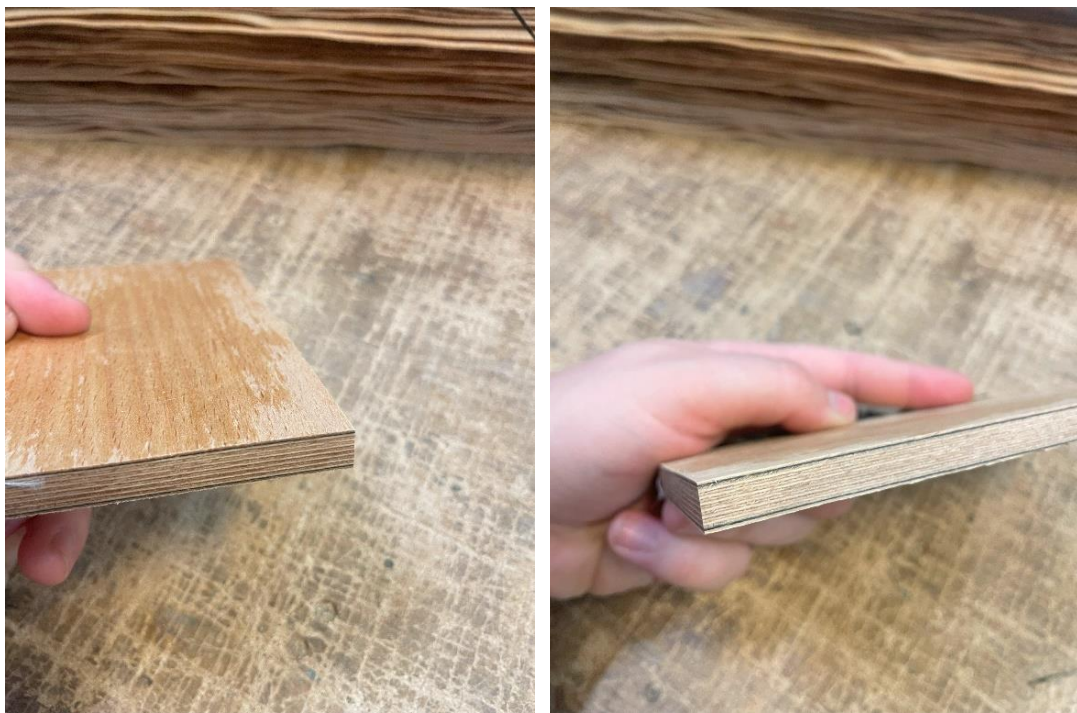
22. ábra
Présforma összeállítása

A présforma készen állt a lökhárító készítésre, a furnérokat pedig mértre vágtam (23. ábra). Erre egy Scheer fm8 4200 típusú furnérvágót használtam, hogy elérjem a 1500×100 mm-es méretet. A kiválasztott furnér két oldalát párhuzamosra vágtam, majd megfelelő hosszúságúra daraboltam.



23. ábra
Furnér méretre vágása

A próbatetet 6 óra elteltével vettem ki a présből (24. ábra), egy gérvágó segítségével leszéleztem. Szemrevételezve a ragasztás megfelelőnek tűnt, azonban kézi hajlító igénybevétel hatására ropogott a szerkezet.



24. ábra
Első ragasztott próbatetst epoxi használatával

Ezekkel a tapasztalatokkal készítettem el a lökhárító terítékét. A kísérleti termék sablonhoz ragadását megelőzendő lefóliáztam a présformát (25. ábra).



25. ábra
Leföliázott Présforma

A lökhárítóhoz 17 réteg furnért használtam, a szénszálal szövetnél itt is dupla mennyiségű ragasztót alkalmaztam. A rétegrend is megegyezett a kísérleti mintával. Szálirányú furnérből csak 1200 mm hosszúságú lapok voltak, így azokat ki kellett pótolni.

230 g epoxit kellett használnom összesen. Egy gerendát helyeztünk a présforma alá, hogy a nyomó erők egységesen el legyenek osztva. Erre helyeztem a présforma alsó részét, utána az össze ragasztóztott rétegelt lemez, majd a présforma másik része, és végül négy ponton 90 bárral összenyomtuk a présformát (26. ábra).



26. ábra
Első Lökhárító préselés

6 órán keresztül 90 bár alatt préseltem, ez idő alatt kötött meg. A présből kivéve egy merev idompréselt testet kaptam, ami nem repedett el és nem ragadta oda a présformához (27. ábra).



27. ábra
Első lökhárító préselés után

Szépen felvette az idom alakját, az epoxi megkötött, a kilógó szénzálak megkeményedtek. Sajnos a lökhárító két végén a furnér rétegek szétváltak és egy könnyebb kézi hajlítás után lehetett hallani a ropogást, és a ragasztó a furnér-furnér rétegnél el is engedett (28. ábra). Végén darabjaira tudtam szedni, így ez sikertelen préselés volt, csak a szénzál-furnér rétegnél alakult ki megfelelő szilárdságú kötés.



28. ábra
Sikertelen préselés (szétjött a ragasztásnál)

Konzultáció során 3 problémát sikerült megállapítani.

Először: ennek az epoxi ragasztónak a végső ragasztási tulajdonságait 40 C° éri el, amit a körülmények nem tettek lehetővé, mert a tömbösítő prés nem fűthető, ezáltal a 24 C° -os üzemhőmérséklettel dolgoztam.

Másodszor: a fazékidő az az időintervallum amikor az epoxit összekeverjük az edzővel egy keverő edényben és amikor a kémiai reakciók megtörténnek, tehát elkezd kötni és melegedni a ragasztó. 40 perc alatt sikerült felvinni a ragasztót a felületekre, már ilyenkor látszódott az edényben, hogy kezd a folyékony ragasztó felmelegedni (exoterm reakció) és kocsonyásodni.

Harmadszor: a korábban tervezett 90 bar nyomás nem bizonyult elegendőnek, ezért a gépet 170 bar nyomásra állítottam be.

Ezekre a problémákra megoldást kellett találni. Sajnos a hőmérsékleten nem tudtam változtatni, viszont a felhordási időt le tudtam csökkenteni 40 percről 13 percre egy egyszerű szivacs-görgős festék felhordó használatával. Ennek eredményeként nem kocsonyásodott meg az epoxi.

Az újragondolás után új lökhárítót préseltem a nagyobb présnyomáson, 6 órás présidővel. Eredményül egy az előző préselésnél jobb elemet sikerül létre hozni, amely egybe maradt, de még mindig recsegett ropogott, ha hajlítgattam. Lapszabász és gérvágó segítségével leszéleztem és méretre vágtam (29. ábra). Az eredeti mintát nem tudta követni, mert a széleken nem lett tökéletes a ragasztás, ezért jobban vissza kellett vágni.



29. ábra
Lökhárító méretre vágása

Mivel az epoxi ragasztó használatával nem értem el a kívánt eredményt, úgy döntöttem ragasztót váltok. A Felona Wood Kft. javasolt egy egykomponensű Kleiberit 501.0 típusú PUR ragasztót, amit lépcső ragasztásra, facsapok összeszerelésére használnak. A ragasztó műszaki adatlapja szerint alkalmazási területei a következők:

- Falpanelek és nem terhelhető faelemek gyártása.
- Kültéri fatermékek, mint ablakok, ajtók, kerítéselemek, teraszalkatrészek ragasztása.
- Magas terhelésnek kitett faelemek és nedvességnek kitett termékek, például parketta, szauna- és fürdőszobabútorok ragasztása.
- Ásványi építőlapok, kerámia, beton és kemény habok ragasztása.
- Hajóépítésben való alkalmazása IMO FTP-kódnak megfelelően, nemzetközi használatra jóváhagyva.

Műszaki adatlap szerint a fával való ragasztásra kifejezetten alkalmas, emellett 20 C° a ragasztó kötési ideje 60 perc és a fazék ideje körül belül 20 perc. Ideális az anyagfelvitelre és a préselésre

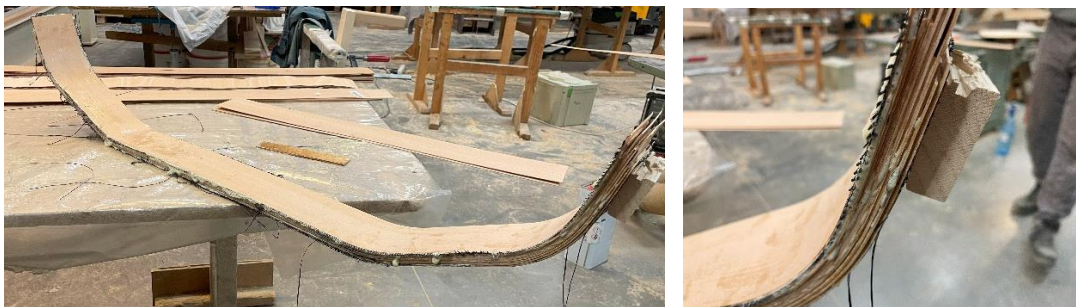
is. Emellett a műhely tapasztalatai azt mutatják, hogy egy rugalmas könnyen kezelhető és vágható anyag és nagyon szeretik használni, viszont a takarítása körülményes.

Ez alkalommal is 170 bár nyomást használtam (30. ábra). 20 percen belül felvittük a ragasztóanyagot szivacs festőhengerrel. A lökhárító sablonból kilógó két végét pillanatszorítóval összeszorítottam két tölgy parketta elem segítségével, hogy ott is megfelelő ragasztást érjek el.



30. ábra
Harmadi lökhárító préselése

Egy óra leteltével vissza bontottam a prést és kivettem a kész lökhárítót. A szemrevételezés igen megnyugtató volt (31. ábra). Egyrészt nagyon merev volt, hajlításra nem recsegett ropogott, mint az epoxi, érezhető volt, hogy ez a ragasztó sokkal rugalmasabb. A sikeres kísérlet megismételtem és készítettem még egy lökhárítót, az előzővel azonos paraméterekkel. A második lökhárító ugyanolyan jól sikerült, mint az előző.



31. ábra
Poliuretán ragasztó használatával készült lökhárító

A lökhárítókat méretre vágtam gérvágóval, a széleit lapszabász géppel és az éleit egyengető gyaluval munkáltam egyenletesre (32. ábra). A felületét P80-as csiszoló papírral csiszoltam meg és R4-es lekerekítést alakítottam ki az éleken. A kész lökhárítók a (33. ábra) láthatók.



32. ábra
Vég munkálatok



33. ábra
Bükk-szénszálerősített Idompréselt rétegeltlemez lökhárító

7.3 Kiértékelés

Összefoglalva egy nagyon izgalmas kutatást és gyártást valósítottam meg. Nagyon sok tapasztara tettem szert a ragasztók viselkedésével, magáról a furnér hajlíthatóságával, szívósságával kapcsolatban. A lökhárító legyártása körül belül 28 aktív órába került. Készítettem próbatesteket, hogy vizsgálni tudjam az alkalmazott anyagszerkezetemet.

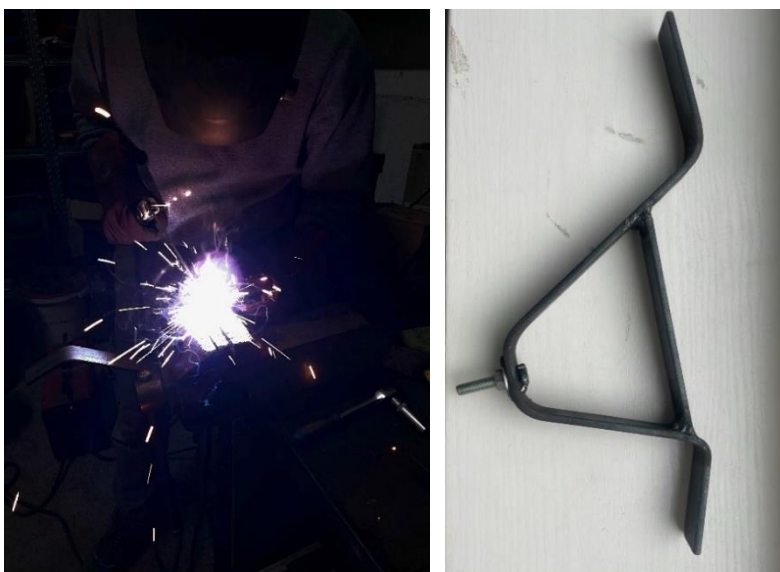
8. Rögzítővasalat tervezése és legyártása

Az autórögzítés egy saját készítésű vasalattal lett megoldva. Kiindulási anyagként egy 30×6000×5 mm laposvasat használtam. Az autó méreteihez megrajzoltam hol és mekkora mértékben kell hajlítani a laposvasat. Sarokcsiszoló alkalmazásával méretre vágtam, majd gázforrasztó és hajlítóvas segítségével méretre hajlítottam. (34. ábra).



34. ábra
Konzul hajlítás és méretellenőrzés

Hegesztés segítségével összeállítottam a végleges konzolt (35. ábra). Utómunkálatokban el kell végezni a fémnek a felületkezelését és a rögzítőcsavar helyének kifűrésát.



35. ábra
Végleges lökhárító tartó konzol

9. MÉRÉSI VIZSGÁLATOK

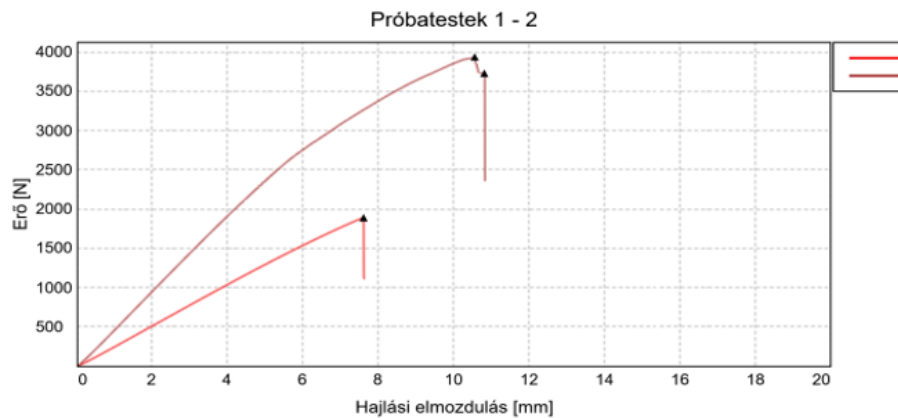
Hogy ne kelljen a lökhárítókat egy bevizsgálás során összetörni, mind a két ragasztóval készítettem próbatesteteket, amiben a hajlítószilárdsági méréseket el tudom végezni. Ugyanazokkal a rétegrendekkel, présidővel, nyomással, gyanta és edző mennyiséggel számoltam, mint a lökhárító készítésnél, de 400*50 mm felületű próbatesteket gyártottam. Emellett vizsgálni szerettem volna, hogy a poliuretán ragasztó miképpen viselkedik a szénszállal.

A vizsgálatokat a SOE Központi Vizsgálólaboratóriumában végeztem. Hárompontos hajlítószilárdság vizsgálatot hajtottam végig a próbatesteken MSZ EN 310 szabvány szerint, hogy a kétfajta ragasztót összehasonlíthassam (37. ábra).

Epoxi gyantával viszonylag sokat dolgoztam ezért az alkalmazásban nagy tapasztalatra tettem szert. Így azt is tudom, hogyha kellő mennyiségű ragasztóval ragasztok össze két furnért és közé szénszálat tesztek ezután hőpréssel összepréseljük, az a szénszál-epoxi-fa kötés egyben marad. Mivel poliuretán ragasztóval még nem volt sok dolgom ezért egy egyszerű vizsgálatot készítettem elő, hogy miképp viszonyul a szénszállhoz.

Összeragasztottam a poliuretán ragasztóval, bükk deszka – bükk furnér – szénszál – bükk furnér – bükk deszka rétegrendben készítettem vizsgálati összeállítást, majd lapsíkra merőleges szakítószilárdságot mértem rajta.

10. Eredmények kiértékelése



36. ábra

Epoxi gyantával ragasztott próbatest poliuretánnal szemben

A rossz gyártási körülmények miatt az epoxi gyanta nem érte el a legnagyobb szilárdsági állapotát, emiatt csak 1889 [N] lett a maximális hajlítóereje, ami 73 [MPa] hajlítószilárdságnak felel meg. Ahogy az ábrán látszik az epoxi ragasztása terhelése szép lineáris ívet vett fel és a végén hirtelen tört szét. Az előkísérleteknél az epoxi ragasztó nagyon jól teljesített és ugyan ezt vártam el a lökhárító ragasztásnál, de a rossz gyártási körülmények miatt ezt nem tudta reprodukálni.

A poliuretán ragasztóval készül rétegelt lemez kompozit nagyon szépen eredményt adott. Ahogy az ábra is mutatja egy nagyon masszív testet sikerült alkotni, aminek a maximális hajlító ereje 3932 N a hajlító szilárdsága meg 93 MPa volt. Végeredményként egy nagyon jó tulajdonságokkal rendelkező anyagot kaptunk, ami a kész lökhárító alapja (36. ábra).



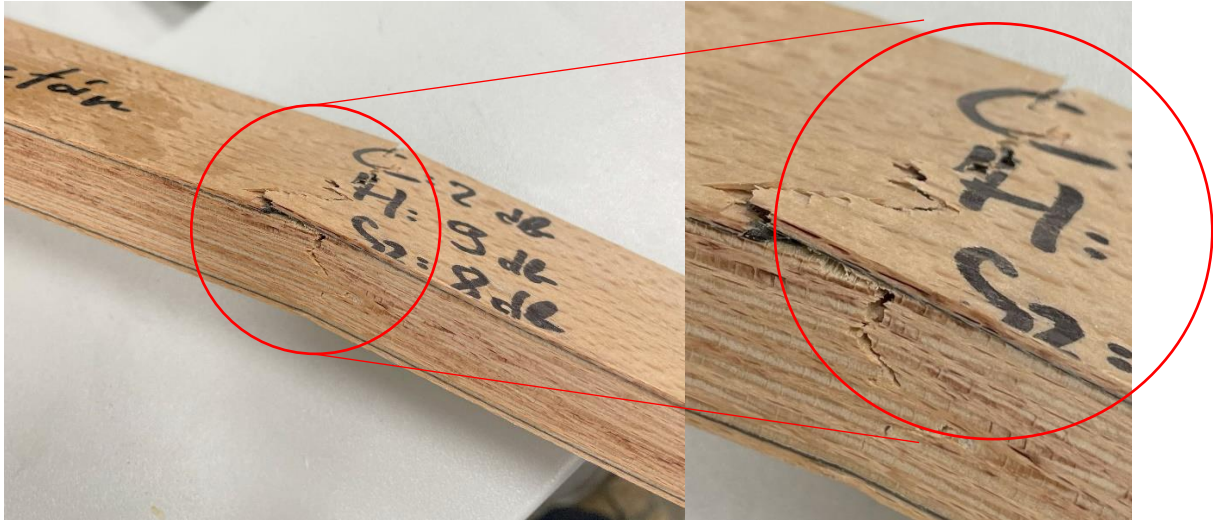
*37. ábra
Hajlítószilárdságmérés*



*38. ábra
Epoxival ragasztott próbatest hajlítás után*

A szilárdsági vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az epoxi próbatestnél a fa és a szénszál nem repedt vagy tört el, hanem a ragasztó nem bírta a terhelést és eltört. A képen jól látszik, hogy a két furnér rétegnél vált szét (38. ábra).

Ezzel szemben a poliuretán ragasztásán tisztán látszanak a tiszta és tökéletes ragasztás jelei. Mégpedig, hogy nem a ragasztásnál tört el először, hanem a furnér hasadt szét. Ezt szabad szemmel is tökéletesen lehet látni (39. ábra).

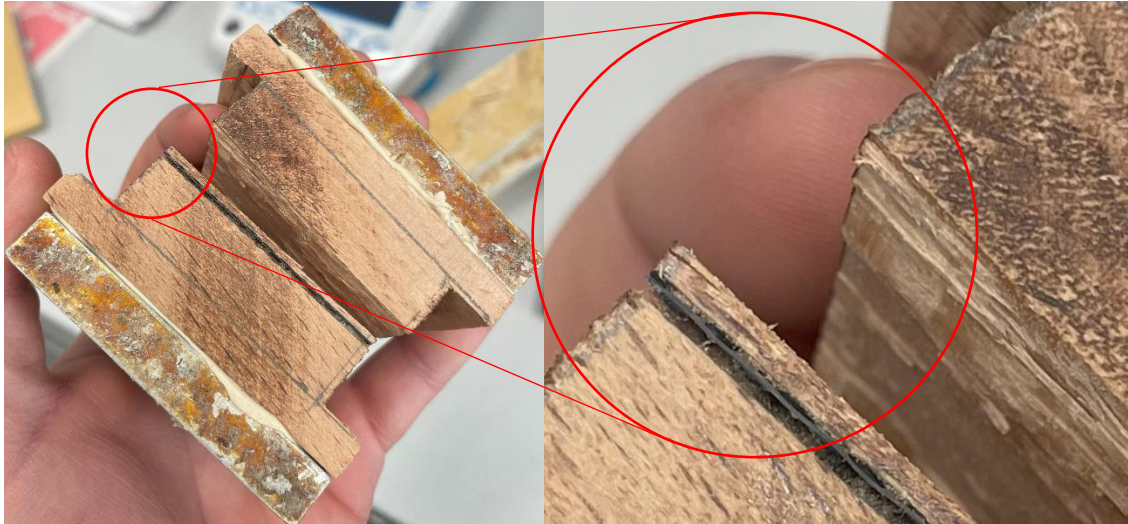


39. ábra
Poliuretánnal ragasztott próbatest hajlítás után



40. ábra
Lapsikra merőleges hajlításvizsgálat

Az eredmények igen biztatóak voltak. Átlagosan 5500 N erő kellett ahhoz, hogy szét tudja a gép húzni a ragasztott próbatestet. Szabad szemmel is látszódott, hogy a szénszál-poliuretán nagyon is jól viszonyulnak egymáshoz. Megint a furnér hasadt szét nem pedig a ragasztásoknál a vizsgálati összeállítás (41. ábra).



41. ábra
Hasadás helyének ismertetése

11. Összegzés:

A szakdolgozatomat összegezve egy nagyon érdekes, izgalmas kutatás volt. Betekintést nyerhettem a fa és biokompozitok az autóiipari használatába már a kezdetektől fogva, megismerhettem ennek az iparágnak környezettudatos kialakulását és fejlődését. Utána jártam az autógyártás fontos biokompozitjainak, hogy kiválasszam a megfelelőt én is a saját projektemhez. Feladatomban volt az ideális autó kiválasztása és megismerése, a tökéletes fakompozit megálmodása, anyagainak, gyártásának kidolgozása, alkalmazásának és tulajdonságainak vizsgálata. És végül egy tökéletes kézzelfogható alkatrész legyártását valósítottam meg, ami nem csak szépségéről, hanem a keménységével, hajlítási és szakítási tulajdonságaival felülmúlta a kezdeti elképzeléseimet. Mindenképpen egy hasznos projektnek gondolom, és a fenntartható gazdálkodás megoldásaként egy remek opció a biokompozitok alkalmazása.

Kutatásom itt nem áll meg, mert van még további feladat. Meg kell pontosan tervezni és kivitelezni fából a díszlámpákat, külső borítólemezeket, visszapillantókat és végül a légbeömlőt.

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS:

Ezúttal szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr. Alpár Tibor, hogy bevezetett ebbe a projektbe, a támogatását és segítségét a téma vezetésében. Az útmutatása és segítsége nélkül nem valósulhatott volna meg a kutatásaim célja.

Köszönet illeti Németh Ferencet, aki segítette a présformákat megtervezni és kivitelezni, És a Felona Wood Kft-t, hogy szakértelmükkel és eszközeivel az alkatrészek elkészülését tették lehetővé.

Szeretném megköszönni Kun Gábornak vizsgálómérnöknek, hogy végigkövetett a projektet és tanácsokkal, mint a mérések kivitelezésében segítséget nyújtott.

A 2024-2.1.1-EKÖP-2024-00007 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a EKÖP-2024-1-L pályázati projekt finanszírozásában valósult meg.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Ford T modell (Forrás: WIKIPEDIA 2012)	10
2. ábra Természetes szálas kompozitokból készült autó alkatrészek (Forrás: WILEY Online Library 2015)	11
3. ábra Mercury Colony Park modelnek bel és kültere (Forrás: Cars Dawydia 2024)	12
4. ábra Aston Martin Valhalla (Forrás: ASTON MARTIN 2020)	13
5. ábra WPC (Wood-Polimer Composite) (Forrás: WPC Master 2024)	16
6. ábra NFC (Natural Fiber Composite) (Forrás: MICROTExCOMPOSITE 2024)	16
7. ábra Közönséges Bükk (Fagus Sylvatica) (Forrás: KERTPONT 2022)	17
8. ábra 160 g/m ² szénszövet, amit a lökhárító gyártáshoz használtam (Forrás: Novia 2024)	19
9. ábra Fónagy Gáborral alkotott 9 mm-es szénszálas Biokompozit	22
10. ábra Nitron Fiat 126/126 P (műanyag lökhárító)(Forrás: FD Ricambi 2024)	23
11. ábra Polski Fiat 126 P Króm Lökhárító (Forrás: 126SHOP.hu 2024)	24
12. ábra Fiat 126 P lökhárító részei (Forrás: Zbigniew, 1989,p.238)	25
13. ábra Lökhárító rögzítő csavarok helyei (bal sérült jobb nem)	25
14. ábra 1.0 lökhárító terv	26
15. ábra 2.0 lökhárító terv	26
16. ábra Elméleti préselési folyamat lemodellezése	27
17. ábra Elméleti préselési művelet vége	27
18. ábra Fiat Polski 126 P lökhárító présterve AutoCAD alkalmazásban tervezve	29
19. ábra CNC gép marása utáni présforma	30
20. ábra Rétegek összeállítás	31
21. ábra Próbatess préselése	32
22. ábra Présforma összeállítása	33
23. ábra Furnér méretre vágása	34
24. ábra Első ragasztott próbatess epoxi használatával	34
25. ábra Lefóliázott Présforma	35
26. ábra Első Lökhárító préselés	35
27. ábra Első lökhárító préselés után	36
28. ábra Sikertelen préselés (szétjött a ragasztásnál)	36
29. ábra Lökhárító méretre vágása	38
30. ábra Harmadi lökhárító préselése	39
31. ábra Poliuretán ragasztó használatával készült lökhárító	39
32. ábra Vég munkálatok	40
33. ábra Bükk-szénszál erősített Idompréselt rétegeltemez lökhárító	41
34. ábra Konzul hajlítás és méretellenőrzés	42
35. ábra Végleges lökhárító tartó konzol	42
36. ábra Epoxi gyantával ragasztott próbatess poliuretánnal szemben	44
37. ábra Hajlítószilárdságmérés	45
38. ábra Epoxival ragasztott próbatess hajlítás után	45
39. ábra Poliuretánnal ragasztott próbatess hajlítás után	46
40. ábra Lapsíkra merőleges hajlításvizsgálat	46
41. ábra Hasadás helyének ismertetése	47

FORRÁSOK:

3. Fejezet forrásai

- WIKIPEDIA 2012.10.18 Ford T-modell Megtekintve 2024.11.15
https://hu.wikipedia.org/wiki/Ford_T-modell
- AIMPLAS 2019.10.16 Biocomposites in the automotive industry: potential applications and benefits-Blai López Rius Megtekintve: 2024.11.15
<https://www.aimplas.net/blog/biocomposites-in-the-automotive-industry-potential-applications-and-benefits/>
- Fiber Journal 2023.02.20 **Natural Fibers: The New Fashion In Automotive Composites-Geoff Fisher Megtekintve: 2024.11.18.**
<https://www.fiberjournal.com/natural-fibers-the-new-fashion-in-automotive-composites/>
- AllThings.Bio 2018.11.15. Bio-composites for cars-Michael Allen Megtekintve: 2024.11.14 <https://www.allthings.bio/bio-composites-for-cars/>
- CompositesWorld 2022.21.10. Faurecia advances biocomposites, recyclability, reduced CO2 and sustainability in automotive-Grace Nehls Megtekintve: 2024.11.16. <https://www.compositesworld.com/news/faurecia-advances-biocomposites-recyclability-reduced-co2-and-sustainability-in-automotive>
- WILEY Online Library 2015.10.01 A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite and Its Applications- Adriana Kovalcik Megtekintve 2024.11.15 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2015/243947>
- Cars Dawydiak 2024 1978 Mercury Marquis Colony Park Megtekintés: 2024.11.14 <https://www.carsauto.com/1978-mercury-marquis-colony-park-c-1616.htm>
- WIKIPEDIA 2010.04.03 Mercury Colony Park Mekttekintés: 2024.11.14 https://en.wikipedia.org/wiki/Mercury_Colony_Park
- ASTON MARTIN 2020 Aston Martin Valhalla Mekttekintés: 2024.11.15 <https://en.astonmartinbudapest.hu/models/valhalla>

4. Fejezet forrásai

- ÖKO ABC 2024 A bio jelentése Megtekintve: 2024.11.15.
<https://okoabc.hu/blog/bio-jelentese/?srsltid=AfmBOooVDlp4jBicG-F-F1olg1n-ulU0qEyz65rAseKMtwUVscsx9kB>
- Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J. (2007): A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest, pp. 369-370
- AIMPLAS 2019.10.16 Biocomposites in the automotive industry: potential applications and benefits-Blai López Rius Megtekintve: 2024.11.15
<https://www.aimplas.net/blog/biocomposites-in-the-automotive-industry-potential-applications-and-benefits/>
- WPC Master (2024) WPC Desk Megtekintve 2024.11.15
<https://wpcmaster.hu/product/wpc-deck-2/>
- MICROTExCOMPOSITE (2024) Nat Natural fiber compositesural fiber composites Megtekintve: 2024.11.15
<https://www.microtexcomposites.com/natural-fiber-composites/>
- KERTPONT 2022.10.12. Bükk, bükkfa fajtái és gondozása Megtekintve: 2024.11.15 <https://www.kertpont.hu/bukk-fajtak-gondozasa/>
- Dr. Molnár S., Dr. Bariska M. (2002): Magyarország ipari fái. Szaktudás Kiadó Ház. pp. 70-78
- - How It's Made 2023.07.16 How Carbon Fiber is Made in Factories Megtekintve: 2024.11.14.<https://www.youtube.com/watch?v=VNLWSu41Xts>
- Novia 2024 160 g/m2 szénszövet zsák 120 cm Megtekintve: 2024.11.19.
<https://novia.hu/termek/160g-m2/#&gid=1&pid=1>
- Gorillaragaszto 2024 **Mi az a poliuretán?** Megtekintve: 2024. 11. 18.
<https://www.gorillaragaszto.hu/mi-a-poliuretan>
- Alumilite 2020.10.06 **The difference between epoxy, polyurethane, and resin** Megtekintve: 2024.11.17. <https://www.youtube.com/watch?v=kTxr4Z4mwj0>

6. Fejezet forrásai

- FD Ricambi 2024 Rear Bumper Black Plastic for Classic Fiat 126/P/Maluch Megtekintve: 2024.11.17 <https://www.fdricambi.com/en/bp1100-rear-bumper-black-plastic/>

- 126SHOP.hu 2024 Polski Fiat 126p lökhárító króm első Megtekintve: 2024.11.18.

<https://126shop.hu/webshop/12-kulso-alkatreszek/623-polski-fiat-126p-lokharito-krom-első-/>

- Polski Fiat 126 P típusú személygépkocsi javítási kézikönyve-Zbigniew Klimecki et al. 1989, Autóker, p.238