



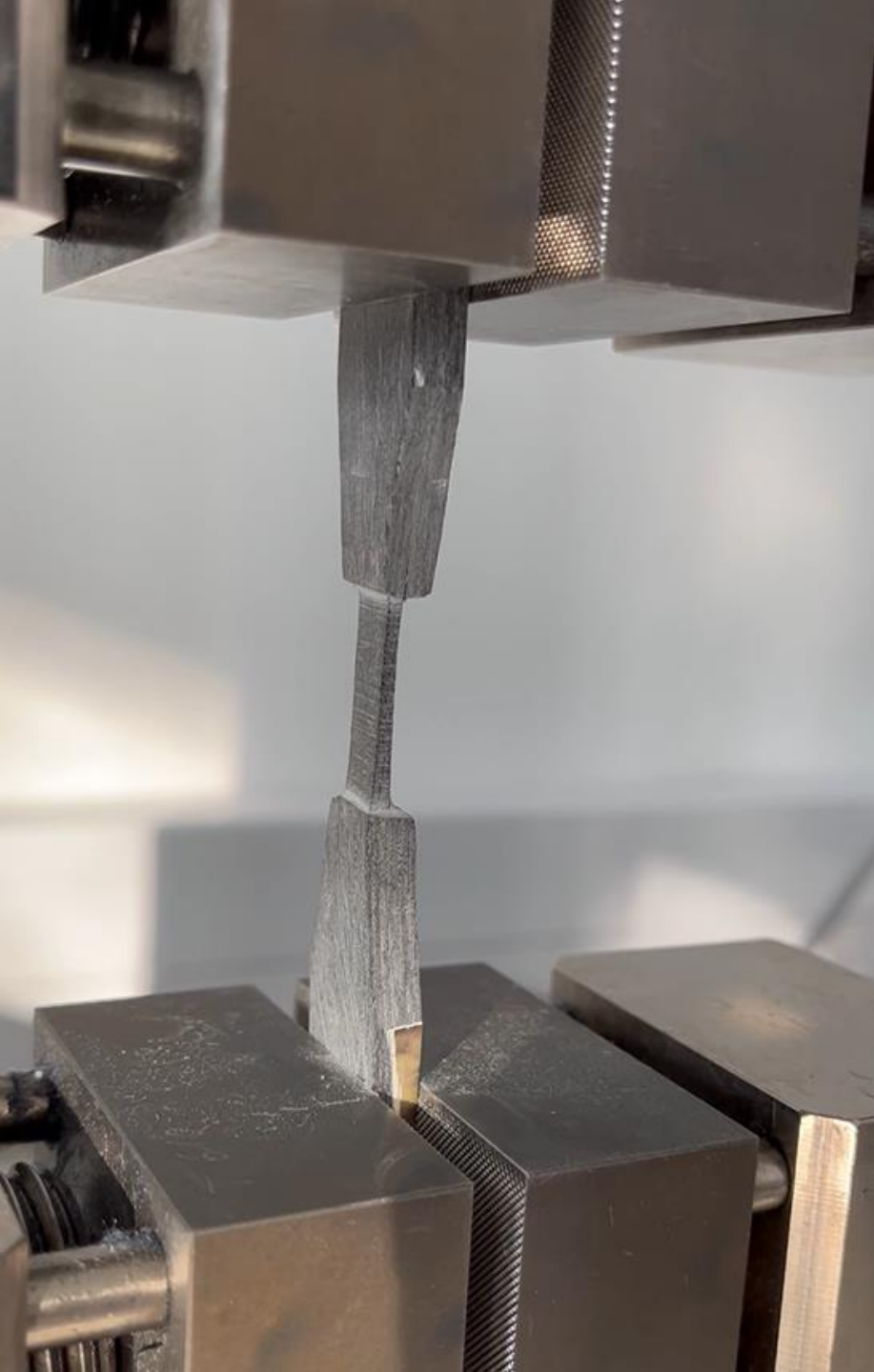
**ÓBUDAI EGYETEM
DOKTORANDUSZOK XX.
HÁZIKONFERENCIÁJA 2024**

2. FÉLÉVES BESZÁMOLÓ 2023/24 I.

A composite bow with a stabilizer and sight is mounted on a wooden surface. The bow is positioned horizontally, with the stabilizer pointing upwards. The wooden background has a vertical grain. The text is overlaid on the bow and background.

Új kötések kialakítása íjak szerkezetében, anyagfejlesztés, szálerősítés, felületkezelés és súlycsökkentés modern anyagokkal és kompozitokkal

2. FÉLÉVES BESZÁMOLÓ 2023/24 II.



A féléves célok:

AZ ELSŐ FÉLÉVBEN MEGISMERT ÍJ KAR FELHASADÁS PROBLÉMÁJÁNAK MEGISMERÉSE

SZAKIRODALOM KUTATÁS, AZ ÍJKAROK ANYAGFEJLŐDÉSÉBEN, AZ ÍJ KAR KOMPOZIT ANYAGÁNAK MEGISMERÉSE, ANNAK TÍPUSAI

ANYAGVIZSGÁLATOK: A SPORTESSZKÖZ, SZAKÍTÓVIZSGÁLATA, HAJLÍTÓVIZSGÁLATA, A TÖRETEK MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATA, NYÍRÓ ÉS FÁRASZTÓ VIZSGÁLATA

Csigás íjak az 1960-as években



- Laminált karok
- Kisebb csigák, kisebb áttétellel
- Sok helyen még fa borítás
- Hosszabb szerkezet, hosszabb elemekkel
- Kisebb teljesítmény

Az 1960-as évekbeli íjak szerkezeti felépítése

Csigás íjak az 1990-as években



- Teljesítmény növelés a fő szempont
- Még hosszabb íjak
- Kezd kiszorulni teljesen a fa
- Alumínium és műanyag elemek jelennek meg
- Nehéz, monstrum szerkezet, kiszámíthatatlan igénybevételek

Az 1990-es évekbeli íjak szerkezeti felépítése

Csigás íjak napjainkban



Napjaink csigás íjainak szerkezeti felépítése

- Excentrikus, nagy áttételt biztosító csigák
- Rövid feszes szerkezet és karok
- Kompozit anyagok
- Szén és üvegszál erősítés
- Óriási teljesítmény amely könnyen hibákhoz vezethet

Csigás íjak napjainkban



- „Dry Fire”, üresoldás jelenség
- Csigá felőli oldalán történő repedésterjedés
- Minden esetben szálirányban jelentkezik
- Ezt követően használhatatlan a szerkezet
- A gyártók sokkal nagyobb teherbírást ígérnek a valóságnál.

Az anyag felhasadással járó sérülés jellege, iránya és nagysága

A üresoldás problémája

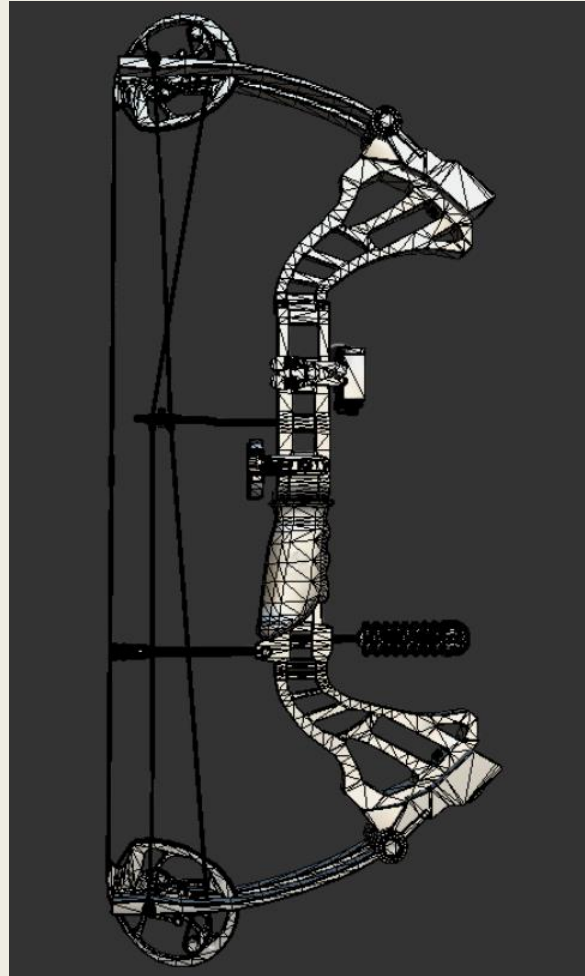


- Íjász lőteremben teszteltünk 10 íjat
- 5 íjtípust
- Minden alkalommal felahsadás jelentkezett
- Jellegük minden esetben hasonló volt.



Videók üresoldás tesztről és hibáról

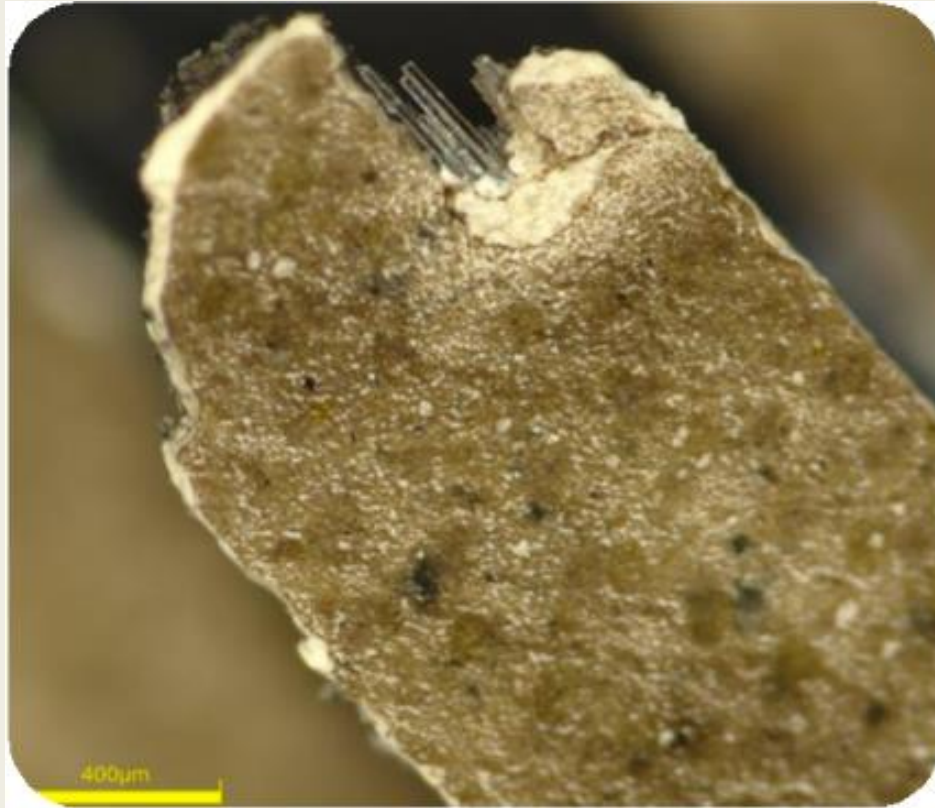
Csigás íj 3D-s modelje



- Ahhoz, hogy megismerjük mi történik pontosan a szerkezetben végeelem szimulációt lehet végrehajtani
- Szükség van az íj kar anyagjellemzőire, a kompozit anyag felépítésére, elkészítésének technológiájára.
- Ezek birtokában jó közelítéssel lehet méretezni egy szerkezetet, amely valós ébredő igénybevételeket fog mutatni a szimulációk során.

A csigás íj és annak elemeinek 3D-s modelje

Mikroszkóp felvételek a repedéseknél



Az íj kar felhasadásának felülnézeti mikroszkóp képe



Az íj kar felhasadásának oldalnézeti mikroszkóp képe

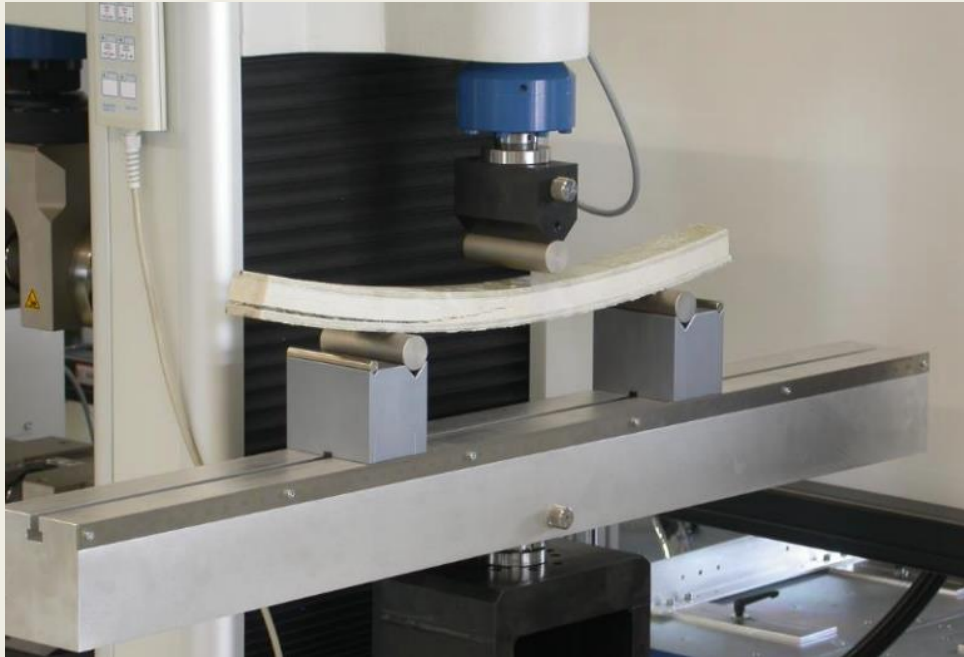
Csigás íj karjának kompozit anyaga

A csigás íj karijainak kompozit anyaga a következőképpen épülhet fel technológiailag:

- **Laminált íj karok** (ma már nem annyira versenyképes a nagy teljesítményigény miatt visszaesett a felhasználása, sok tényezőre is érzékeny a technológia)
- **Tömör szálerősített üvegszál/szénszál alapú extrudált kompozit karok (Extruded)** napjainkban a nagymárkák körében a legjobban elterjedt technológia, aprított üvegszál, szénszál olvadt epoxigyantában -> ezt a forró pasztát nagy nyomás mellett átnyomják egy téglalap alakú extrudáló szerszámon ezt a rudat szobahőmérsékleten hagyják kihűlni. A kialakult kompozitban a szálak hosszirányban helyezkednek el és hosszú rudat képeznek.
- **Tömör szálerősített üvegszál/szénszál alapú préselve öntött kompozit karok (Compression Molded)** finom szövésű üvegszál szövet alkotja (függőlegesen és vízszintesen is) epoxifüzdőn keresztül, szénszál keveréssel orsószzerűen leválnak a keverőről. Ezután 2 rúd közé veszik ezt az elegyet, ez a két rúd oszcillálva forog, így a szövet oda vissza több ponton tekeredik a rudak köré, ezeket a szövetszalagokat elvágják az átlátszó masszát pedig présszerszámba fektetik majd az epoxi megköt.

Anyagvizsgálatok

Három pontos hajlítóvizsgálat:

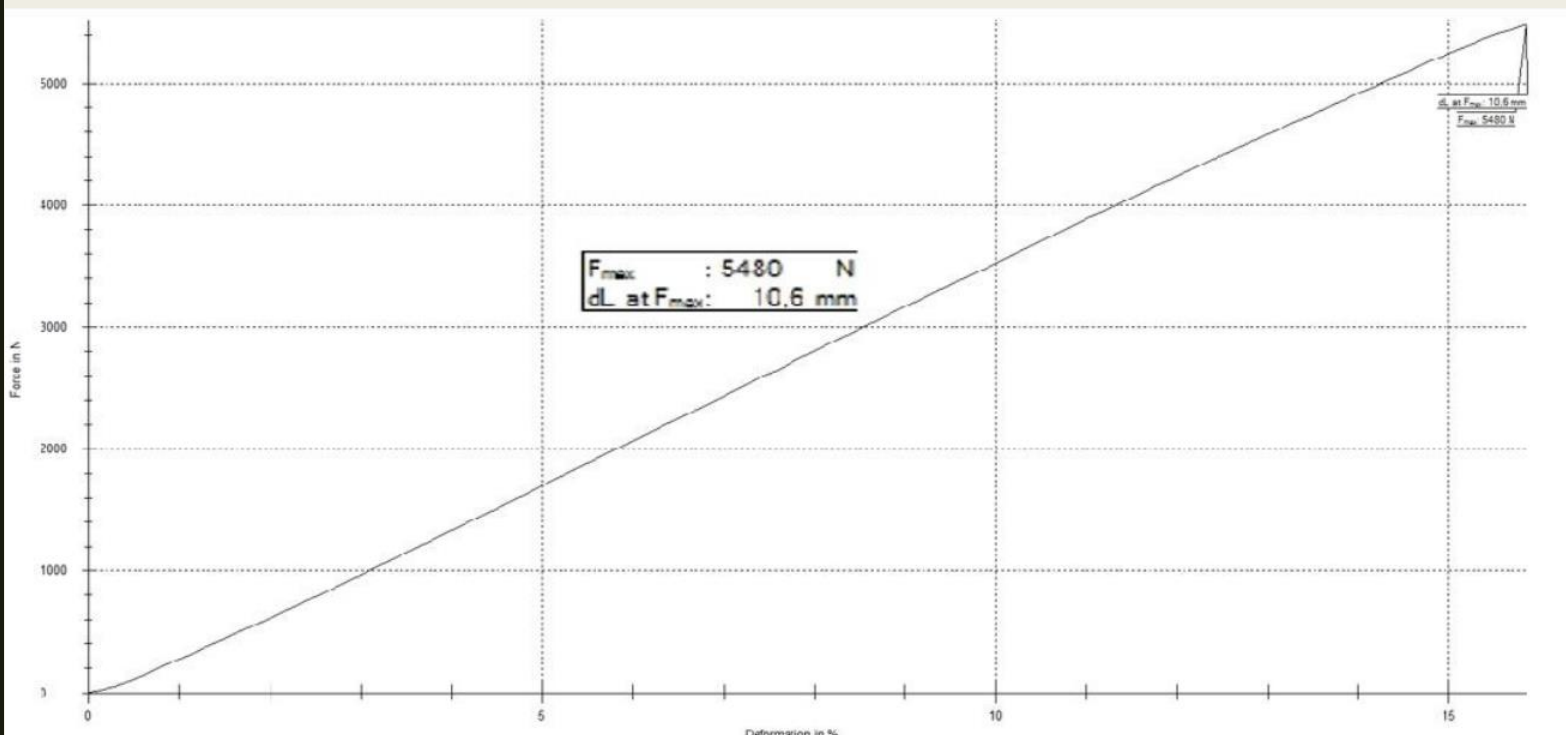


- „Kermi ÉMI-TÜV vizsgálati laboratórium
- Három pontos hajlítást végeztünk PSE Xforce, Vulture és Hori-Zone íj karokon
- Rögzítettük, az íj karokra ható hajlító erő függvényében a karok lehajlását, ismerve az alátámasztási távolságot

Három pontos hajlítóvizsgálat állványa vizsgálatközben [4]

Anyagvizsgálatok

Három pontos hajlítóvizsgálat:

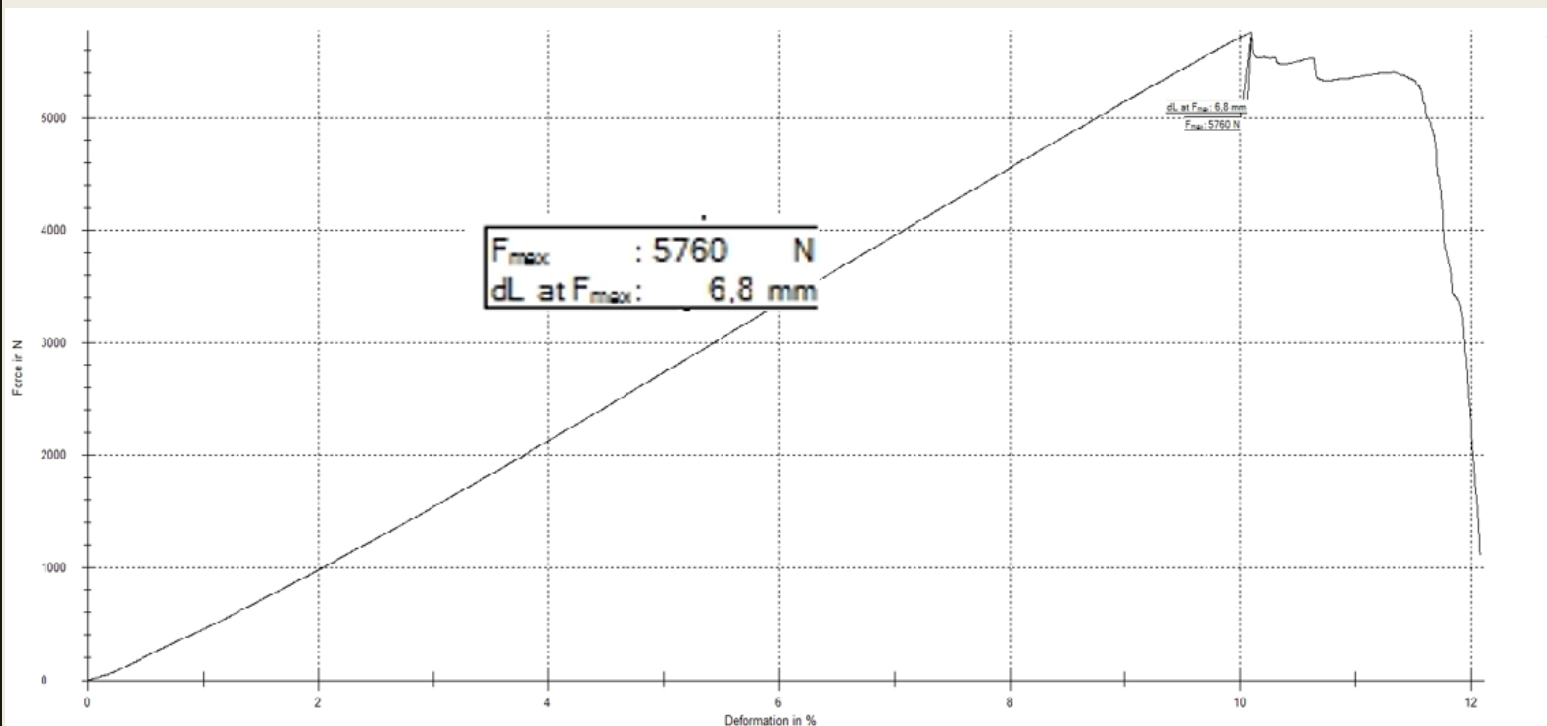


- Rögzítve a mért értékeket, 5 íj karon, 5 próbatesten végeztük el a vizsgálatot.
- A Hori-Zone 1-es munkadarabon $F_{max} 1 = 5480\text{N}$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL1 = 10,6\text{mm}$ lehajlást produkált az íj kar.

A Hori-Zone típusú íj kar három pontos hajlító vizsgálati eredménye

Anyagvizsgálatok

Három pontos hajlítóvizsgálat:



A PSE Xforce típusú íj kar három pontos hajlító vizsgálati eredménye

- A PSE Xforce esetében a 3-as munkadarabon $F_{\max 3} = 5760\text{N}$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL_3 = 6,8\text{mm}$ lehajlást produkált az íj kar.
- A PSE Xforce esetében a 4-es munkadarabon $F_{\max 4} = 5790\text{N}$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL_4 = 6,9\text{mm}$ lehajlást produkált az íj kar.

Anyagvizsgálatok

Három pontos hajlítás összesített eredményei:

- A **Hori-Zone 1-es** munkadarabon $F_{max\ 1} = 5480N$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL1 = 10,6mm$ lehajlást produkált az íj kar.
- A **Hori-Zone 2-es** munkadarabon $F_{max\ 2} = 5770N$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL2 = 9,6mm$ lehajlást produkált az íj kar.
- A **PSE Xforce** esetében a 3-as munkadarabon $F_{max\ 3} = 5760N$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL3 = 6,8mm$ lehajlást produkált az íj kar.
- A **PSE Xforce** esetében a 4-es munkadarabon $F_{max\ 4} = 5790N$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL4 = 6,9mm$ lehajlást produkált az íj kar.
- A **Vulture** esetében az 5-ös munkadarabon $F_{max\ 5} = 5760N$ maximális hajlító erőnél tört el a próbatest, ekkor $dL5 = 6,8mm$ lehajlást produkált az íj kar.

Három pontos hajlítás eredmények kiértékelése

Tehát a **PSE Xforce** volt képest hajszállal elviselni a legnagyobb maximális hajlító erőt a törése pillanatában (**$F_{max 4} = 5790N$**) és magasan a Hori-Zone íj karok produkálták a legnagyobb lehajlást (**$dL1 = 10,6mm$**) a tesztek alatt. A Kermi mérőszemélyzetével megállapítottuk, hogy ezek a próbatestek a méréseink eredményeiből következően, **kifejezetten gyengék hajlító igénybevétellel szemben**, még a kompozit anyagok között sem volt kimagasló egyik darab sem.

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat:



- „Kermi ÉMI-TÜV vizsgálati laboratórium
- Szakítóvizsgálatot végeztünk PSE Xforce, Vulture és Hori-Zone íj karokon
- Kezdetben 10kN, 100kN és 250kN terhelésű szakítógéppel vizsgáltuk a komplett íjkarokat. Ez azonban nem vezetett eredményhez hetekig, még a hidraulikus megfogójú nagytermi szakítógéppel sem.

Szakítóvizsgálat 100kN teherbírású szakítógéppel

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat:

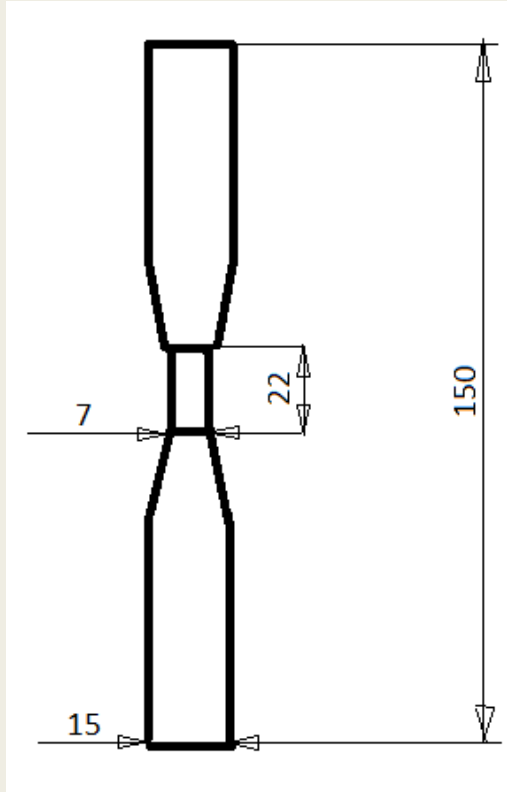


A kimunkált szakítópróbatestek

A sikeres vizsgálatok érdekében próbatesteket munkáltam ki az íjkarokból, több befogási lehetőséggel, mert nem tudtuk biztosan, hogy mely szakítógéppel tudjuk elszakítani és mérni a próbatesteket.

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat:



A kikönnyített próbatestek főbb geometriái:

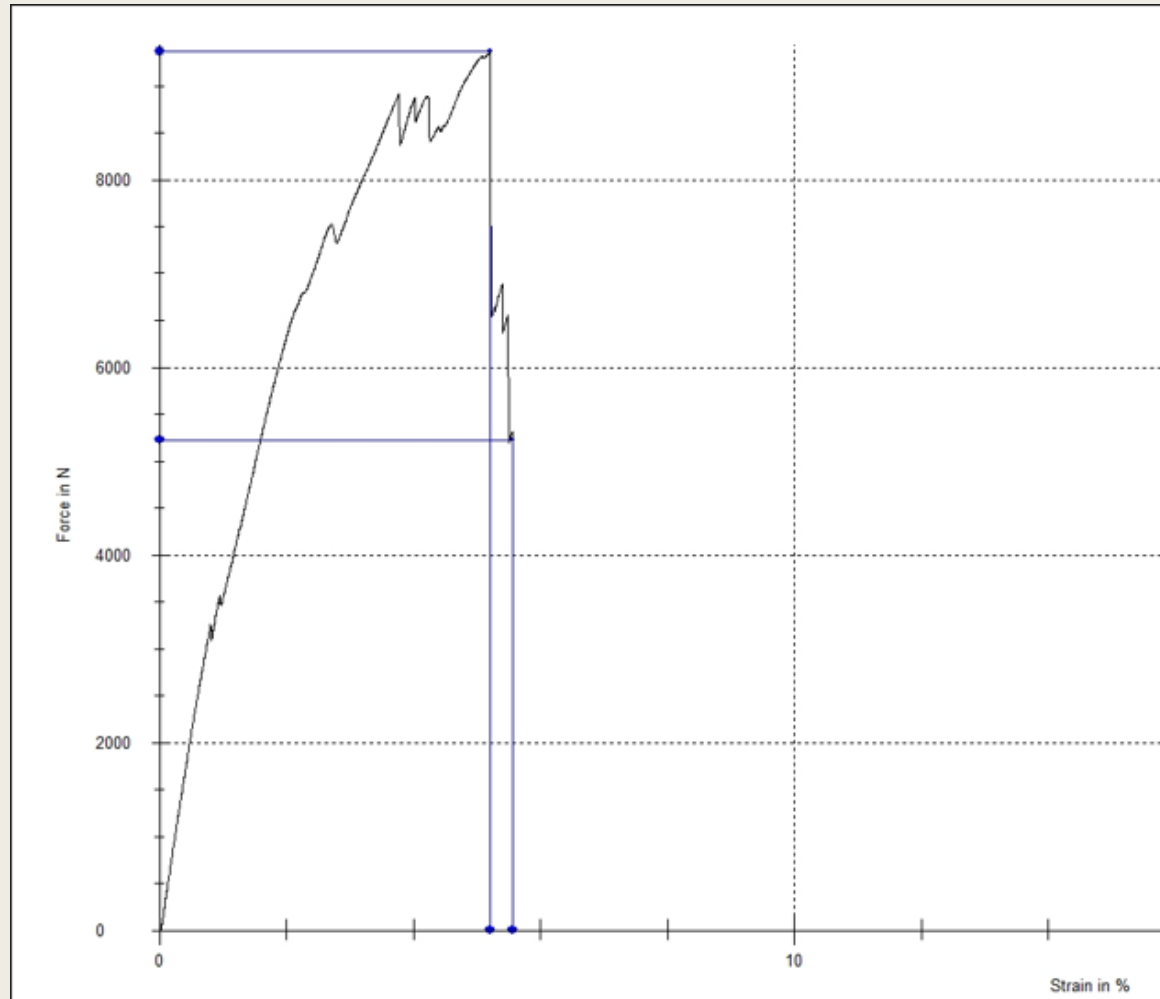
2mm volt a próbatestek vastagsága a kikönnyítésnél

3 íj típus karját vizsgáltuk 2-2-2 próbatest elosztásban.

A kikönnyített próbatestek főbb méretei

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat :

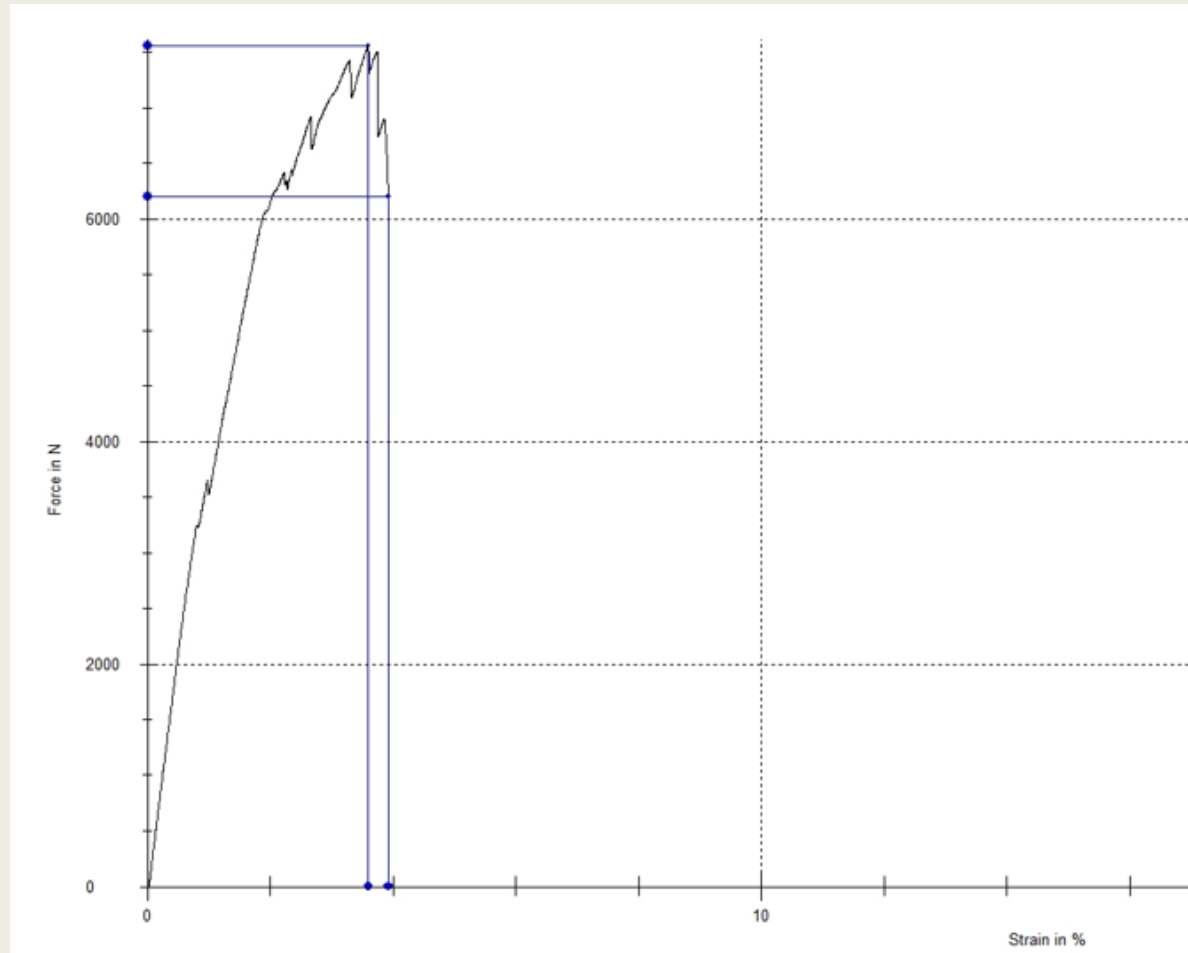


PSE Xforce íj kar szakító diagramja

- A PSE Xforce próbatest szakítóvizsgálata során $F_{\max 1} = 8400 \text{ N}$ maximális szakítóerőt mértünk, ekkor $dL_1 = 3\text{mm}$ megnyúlást mutatott a berendezés.

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat :



- A Hori-Zone próbatest szakítóvizsgálata során $F_{\max 2} = 7560 \text{ N}$ maximális szakítóerőt mértünk, ekkor $dL_2 = 2,8 \text{ mm}$ mutatott a berendezés.

A Hori-Zone íj kar szakítódiagramja

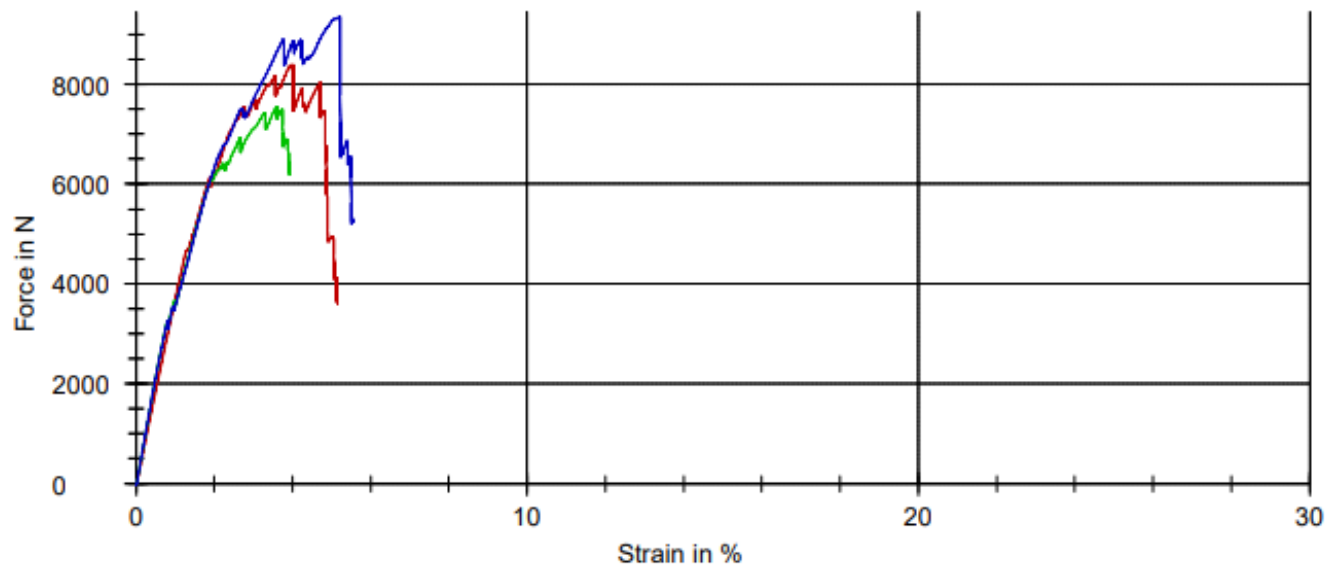
Anyagvizsgálatok

A 3 típus összevont szakítódiagramja:

Test results:

Nr	Specimen identifier	F _{max} N	dL at F _{max} mm	F _{Break} N	dL at break mm
1		8400	3,0	3600	3,9
2		7560	2,8	6200	3,1
3		9360	4,1	5220	4,4

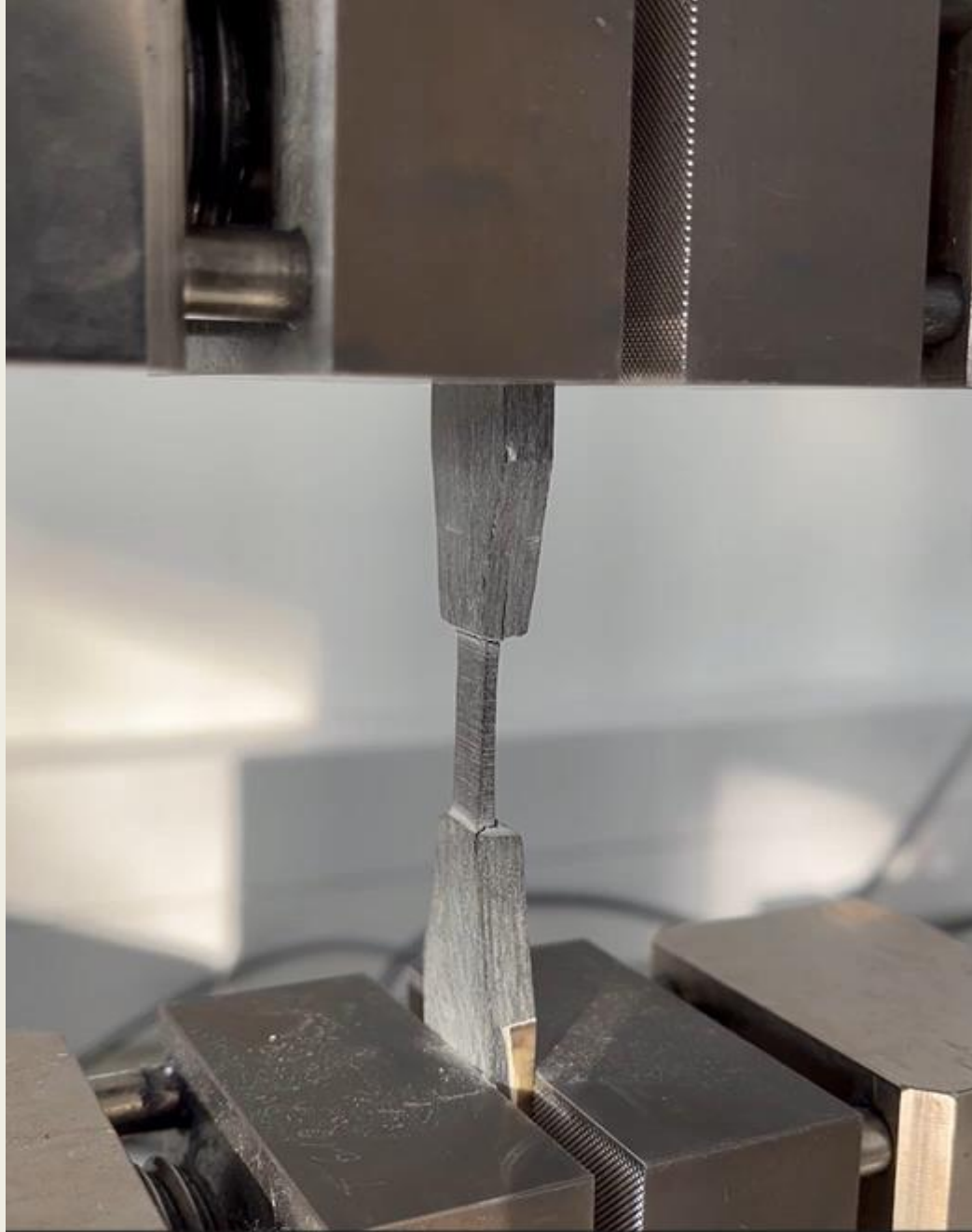
Series graph:



A Hori-Zone íj kar szakítódiagramja

- Az összehasonlításból látható, hogy a három gyártó terméke között nagyobb eltérések is előfordulnak, a szakítóvizsgálatok **Zwick250**-es digitális szakítógépen lett végezve, az **ISO 4674-1** es szabványnak megfelelően.
- A mérőlaboratóriumban a vizsgálati hőmérséklet 20 C^0 volt, a szakításhoz a jobban olvasható görbék érdekében a kompozit anyagot figyelembe véve $v = 5\text{mm/perc}$ szakító sebességgel dolgoztunk, a Pre-Load minden esetben 1N volt.

Anyagvizsgálatok

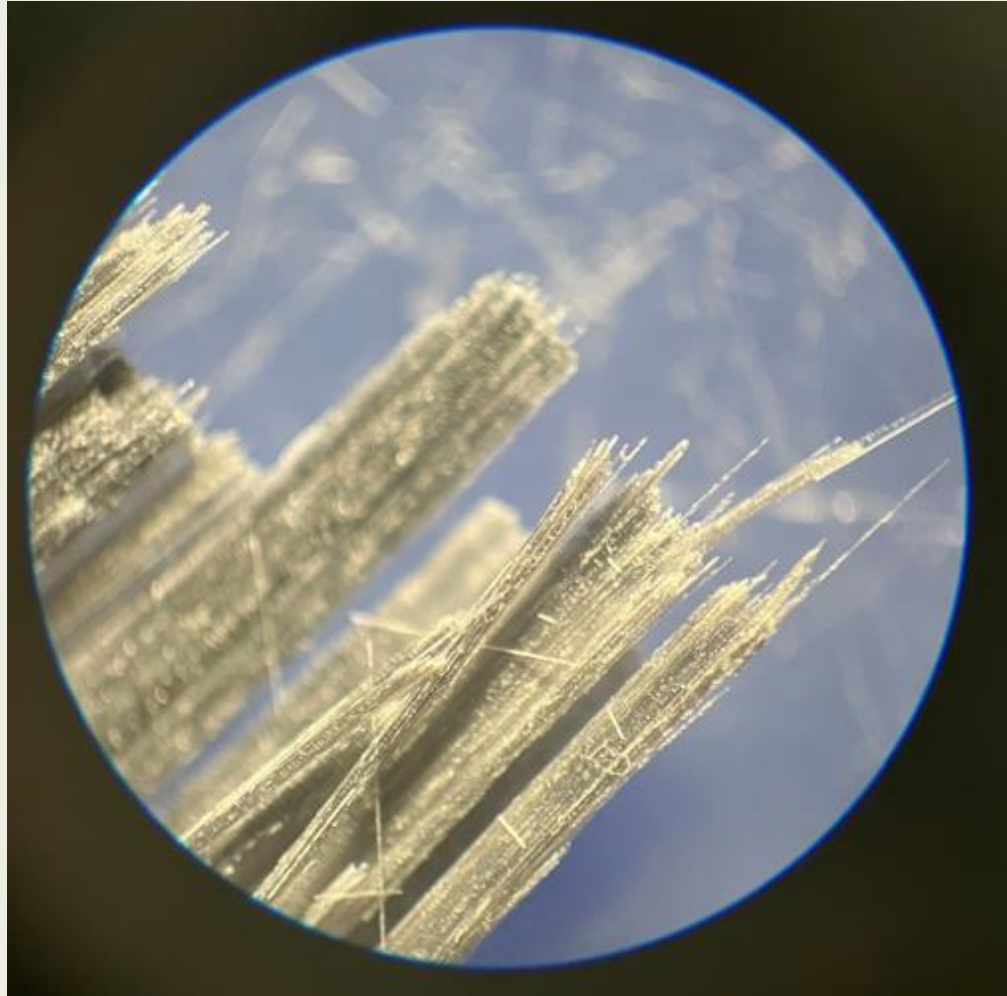


- Biztosan kijelenthető, a szakítóvizsgálatok során egyértelműen kiderült, hogy kivételesen jól képes elviselni az íj kar az egytengelyű húzóigénybevétel.
- Húzásra tehát tökéletes volt mindhárom típus.

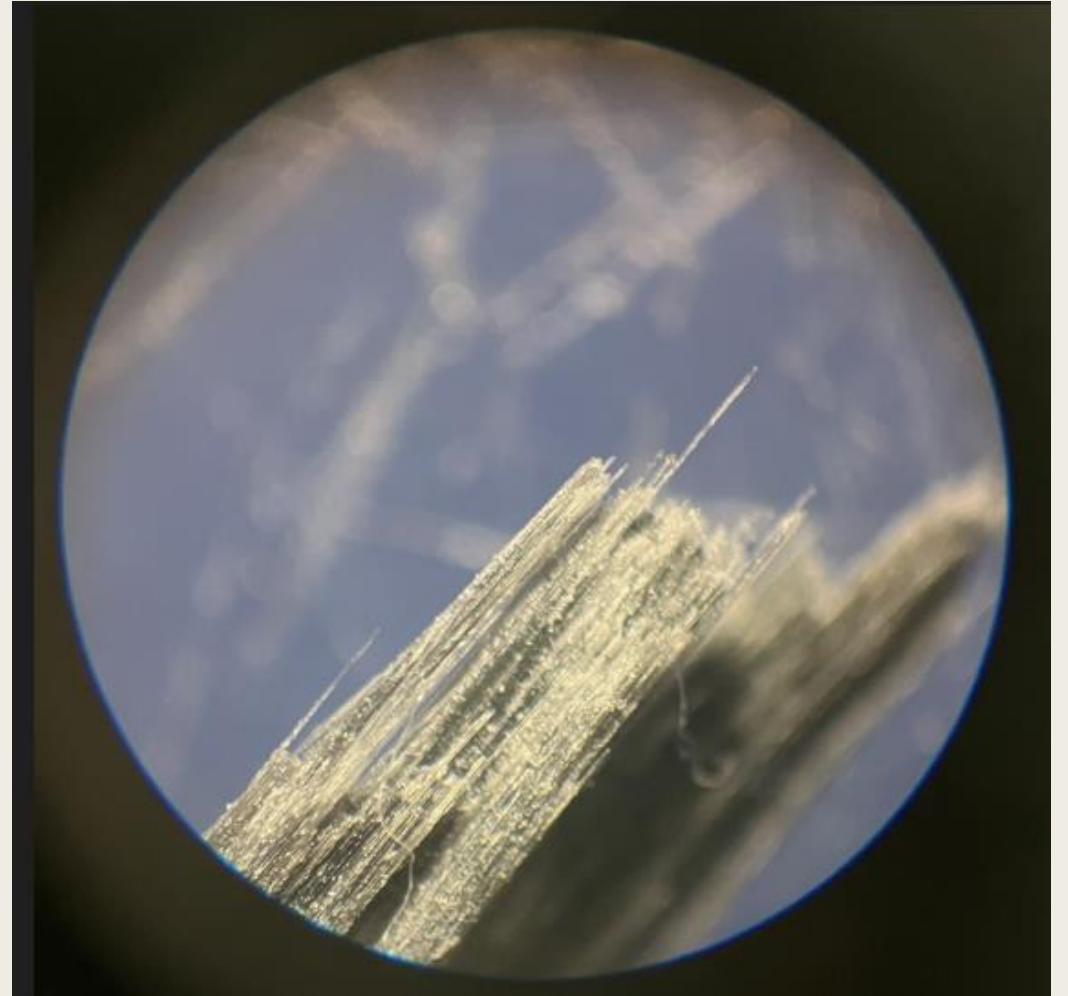
A kikönnyített próbatest szakításának videója

Anyagvizsgálatok

Szakítóvizsgálat :



A PSE Xforce íj kar töretének nagyított képe



A Vulture íj kar töretének nagyított képe

A töretek vizsgálata

- A töretek képeiből felismerhető, hogy az ebben a munkámban korábban leírt íj kar gyártási technológiák közül a vizsgált íj karok az extrudált technológia szerint készültek,
- a torziós erőkre ez a technológia sokkal érzékenyebb, emiatt is jöhetett létre ilyen rendszeresen ez a probléma ezen sporteszközök esetében.
- Jól láthatóak a hosszirányba rendezett szén és üvegszálalás epoxiba ágyazott szálak, azonban ennek a technológiának a mai tudásom szerint pontosan ez a szálirányba való rendezettség a gyengéje.

Jövőbeli tervek

- Szeretném vizsgálni a korábban bemutatott „Compression Molded” technikával készült préselve öntött anyagszerkezeteket is
- úgy gondolom mai tudásom szerint, hogy eszerint a technológia szerint felépítve az íjkarok szerkezete jobb anyagjellemzőket ér majd el és ellenállóbb lesz
- Továbbá szeretném vizsgálni a szélső lokális szálak nyúlását, a darabok különböző finomalakított megmunkálásokra érzékeny viselkedését.
- Tervezem a következő munkáimban kipróbálni új anyagok beépítését és tesztelését, például kevlár szálakat, valamint a „Dyneema” szövetet/szálakat, melyeket már tudomásom szerint használnak csigás íjak szerkezetében, még hozzá a húrokat (ideget) felépítő szálakban.
- A konstrukcióban ébredő feszültségek meghatározása érdekében szeretném végesem szimulálni a sporteszközt terhelés alatt.

Felhasznált szakirodalom

- [1] Forráskép – ArcheryTalk.com, <https://www.archerytalk.com/threads/vintage-compound-bow-collection.1621201/page-4>
- [2] History of Compound bows – Jan H Sachers, <https://www.bow-international.com/features/the-history-of-compound-bows/>
- [3] Modern Archery Compound Bow – Mitch Vaughan <https://www.scribd.com/document/129528700/Modern-Archery-Compound-Bow>
- [4] SIL Hybrid Bow – Mihai Robert - <https://www.scribd.com/document/487272204/SIL-hybrid-bow>
- [5] Forráskép – Biztonságtechnika az íjászatban, <http://oieminta.ingyenweb.hu/keret.cgi?jobbalsoalapok.htm>
- [6] Compound Bow Selection Guide – Hunters Friend, <https://www.scribd.com/document/69438253/Compound-Bow-Selection-Guide>
- [7] What to do if You Accidentally Dry Fire a Bow – Peter Campbell
<https://archershub.com/what-to-do-if-you-accidentally-dry-fire-a-bow/>
- [8] Compound Bow Limbs — Laminated or Solid Glass/Graphite?
<https://engin1000.pbworks.com/f/Bow+Limb+Manufacturing.pdf>
- [9] Carbon fiber reinforcement – Marc Alvin Lim <https://www.scribd.com/document/58160353/Carbon-Fiber-Reinforcement>
- [10] Fiber Glass – Tehreem Imran, <https://www.scribd.com/document/552625300/Fiber-Glass>
- [11] Glass Fiber NR Composite - Quazi T. H. Shubhra, <https://www.scribd.com/document/512523382/Glass-Fiber-Nr-Composite>
- [12] Forráskép – Grimás Homepage, <https://grimas.hu/termek/harom-es-negy pontos-hajlitoallvanyok/>

The image features a stack of books in the background, with one book open in the foreground. The pages are a warm, aged yellow. A white L-shaped graphic element is positioned in the top-left and bottom-right corners of the image. The text is centered over the open book.

A FÉLÉV SORÁN TELJESÍTETT TÁRGYAK

A félév során felvett és teljesített tárgyak:

- **Scientific paper writing: (Dr. Kovács Tünde) 6 kredit**
- **Anyagtudomány alapjai : (Dr. Marosné Dr. Berkes Mária) 6 kredit (még függőben)**

A 2. félévem során **heti 4 órában Anyagtechnológia labort** tartottam 3. féléves hallgatóknak.

Publikációk:

Novemberben előadóként vettem részt az Óbudai Egyetemen rendezett **ICCECIP konferencián**, jelenleg is várunk az **ICCECIP szakcik kem** megjelenésére, melyet **2024. január 15.én** adtam be (Mónus László József,) melynek címe:

Safety technological testing of the compound bow structure

A person wearing a red coat is shown from the waist down, standing next to a vintage suitcase. The person's hands are on the suitcase, adjusting a leather strap. The suitcase is light-colored with dark brown leather straps and metal buckles. The background is a soft, out-of-focus outdoor setting. The text "KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!" is overlaid in the center in a white, serif font. The image is framed by a white L-shaped border on the left and bottom right.

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!