

A composite bow and arrow are positioned vertically on a dark wooden plank background. The bow is centered, with its limbs extending outwards. The arrow is positioned behind the bow, pointing upwards. The text is overlaid on the bow and arrow.

**ÓBUDAI EGYETEM
DOKTORANDUSZOK XX.
HÁZIKONFERENCIÁJA 2024**

3. FÉLÉVES BESZÁMOLÓ 2023/24 II.

A modern compound bow is shown from a top-down perspective, resting on a dark wooden surface. The bow features a complex system of cables and pulleys, a stabilizer mounted on the front, and a sight on the upper limb. The background is a dark, textured wood grain. The text is overlaid on the image in a white, serif font.

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

3. FÉLÉVES BESZÁMOLÓ 2023/24 II.

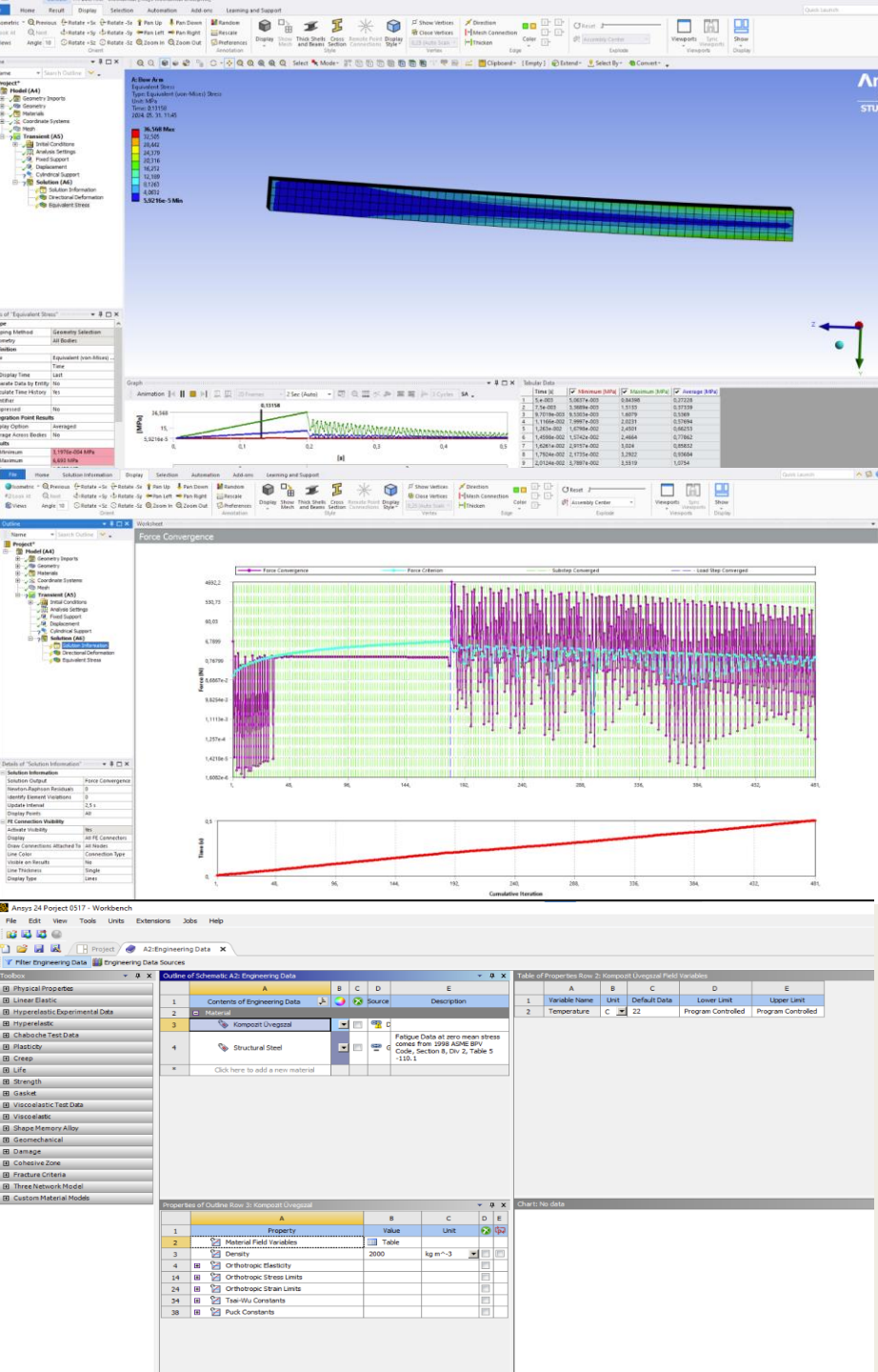
A féléves célok:

FEJLŐDÉS AZ ÍJ KAR VÉGESELEM SZIMULÁCIÓJÁBAN GYAKORLATOK ANSYS RENDSZERBEN.

AZ ANSYS RENDSZERBEN MEGISMERT SZÜKSÉGES KOMPOZIT PARAMÉTEREK MEGISMERÉSE ÉS AZOK MÉRÉSÉNEK KUTATÁSA.

A KOMPOZITANYAG PRÉSSZERSZÁMÁNAK KIALAKÍTÁSA ÉS TECHNOLÓGIÁJÁNAK MEGHATÁROZÁSA.

AZ ÍJKAR KOMPOZIT ANYAGÁNAK ALAKÍTÁSA ÉS KÍSÉRLETEK A BIZTONSÁGOSABB SZERKEZETÉRT.



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 frame is positioned around the books, with the corner pointing towards the top-left. The text is centered over the open book.

A FÉLÉV SORÁN TELJESÍTETT TÁRGYAK

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

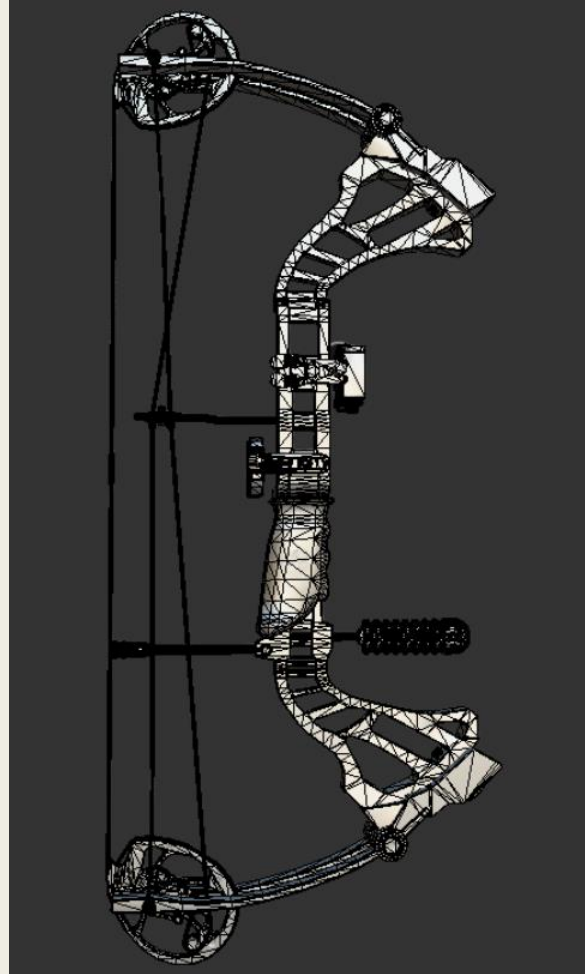


- Íjász lőteremben teszteltünk 10 íjat
- 5 íjtípust
- Minden alkalommal felahsadás jelentkezett
- Jellegük minden esetben hasonló volt.



Videók üresoldás tesztről és hibáról

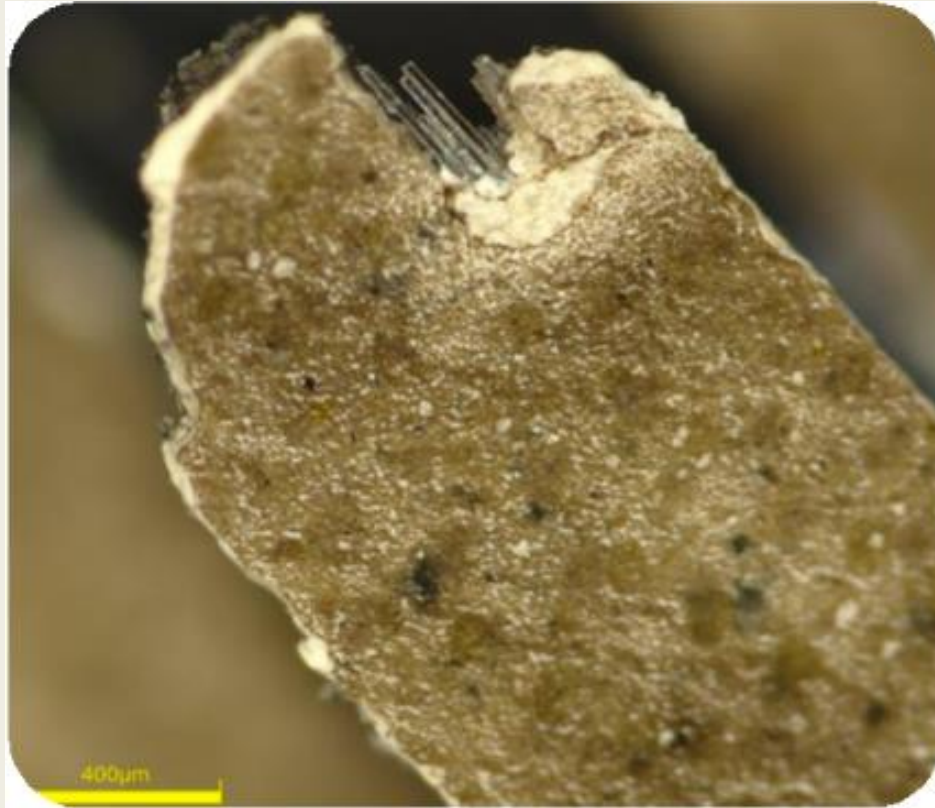
Csigás íj 3D-s modelje



- 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

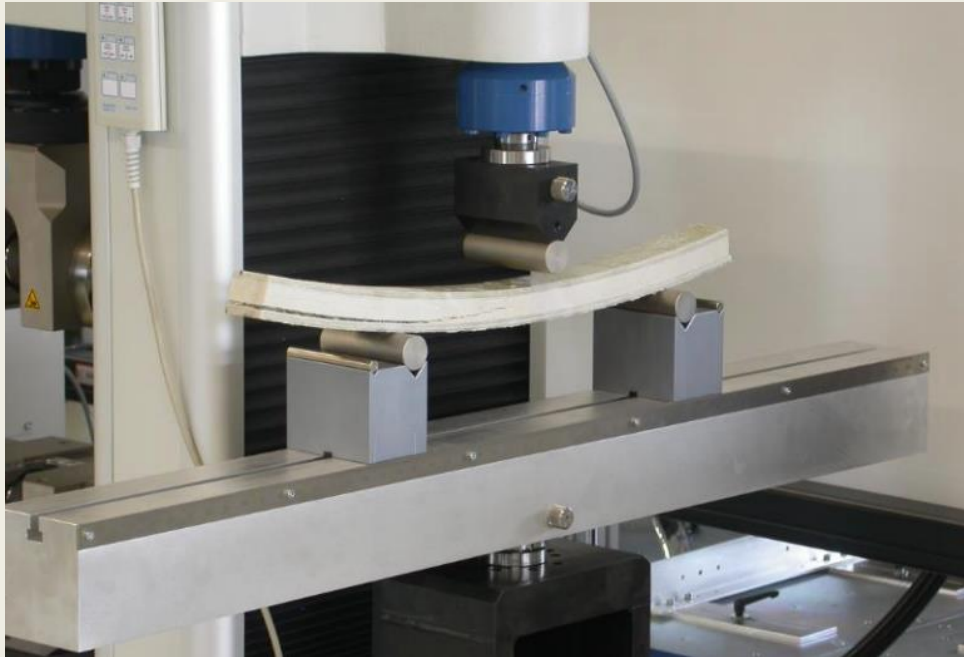
Csigás íj karjának kompozit anyaga

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 orsószerűen 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:

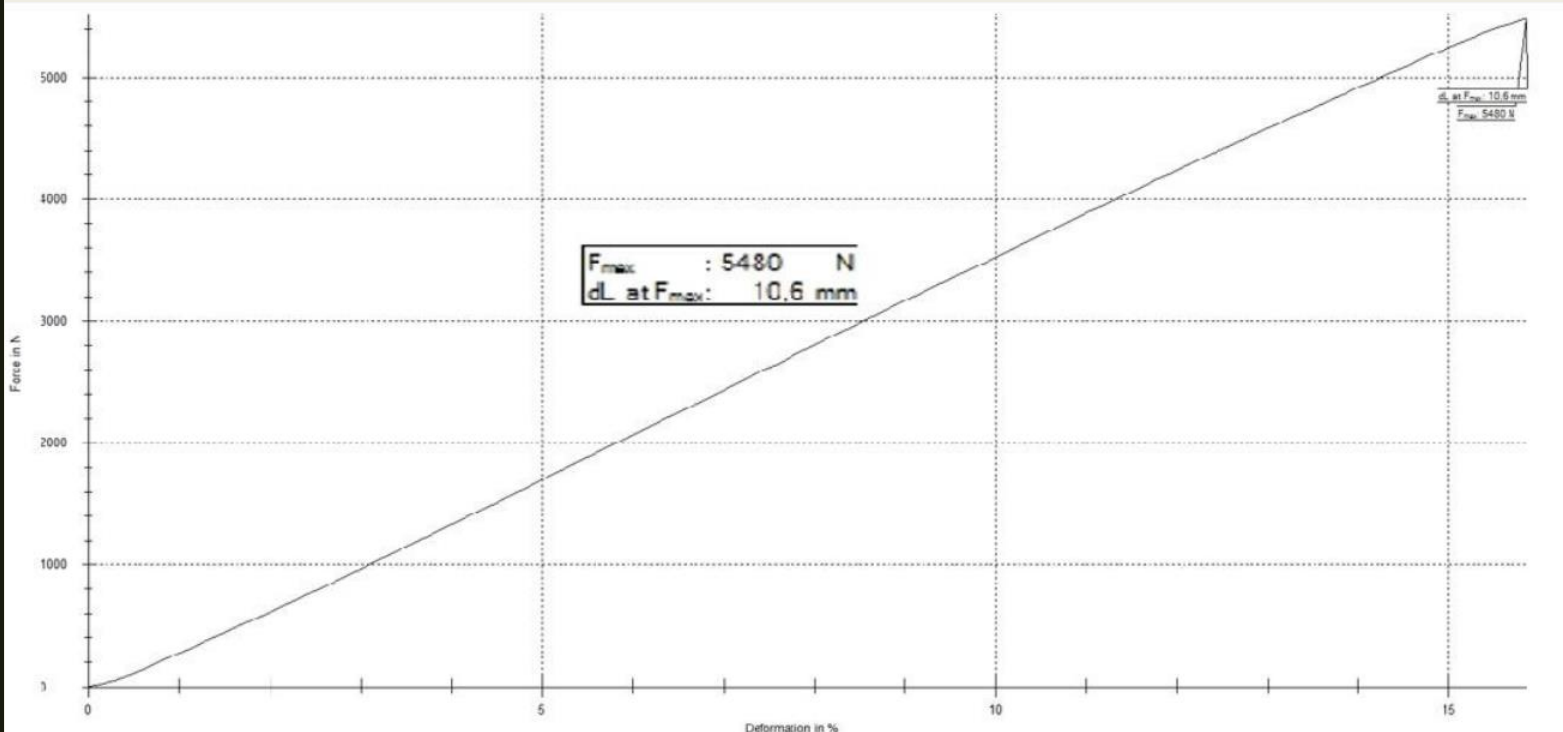


- „Kermi ÉMI-TÜV vizsgálati laboratórium
- Három pontos hajlítást végeztünk PSE Xforce, Vulture és Hori-Zone íj karokon
- Rögzítettük, az íj karokra ható hajlító erő függvényében a karok lehajlását, ismerve az alátámasztási távolságot

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 $dL_1 = 10,6\text{mm}$ lehajlást produkált az íj kar.

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

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.

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.

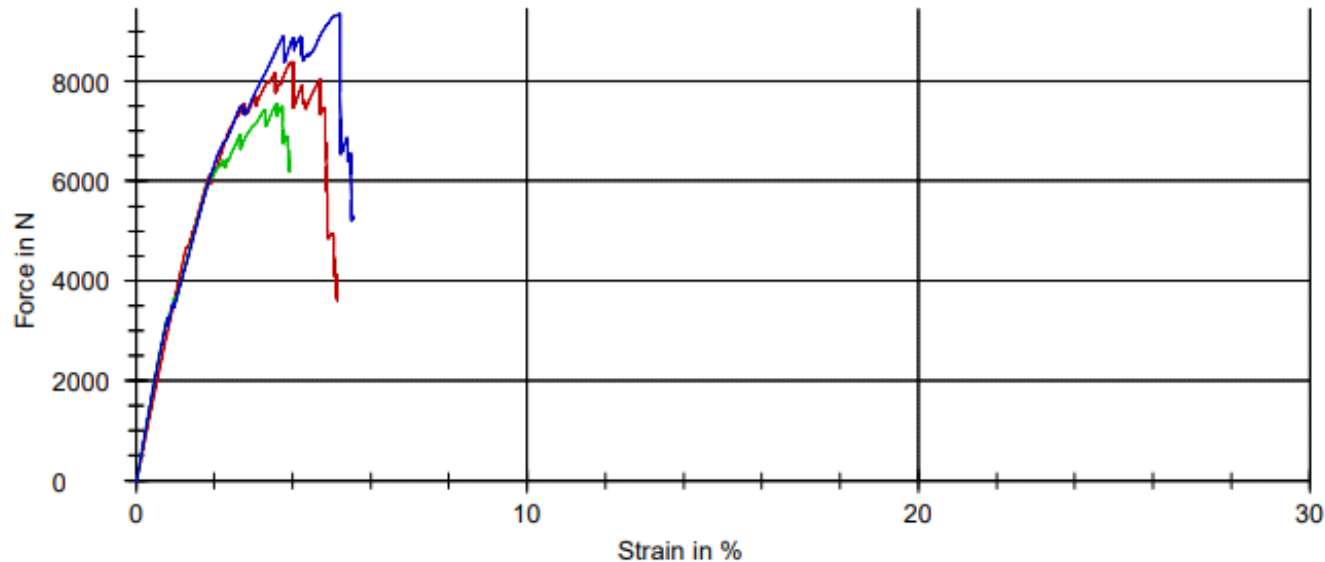
Anyagvizsgálatok

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

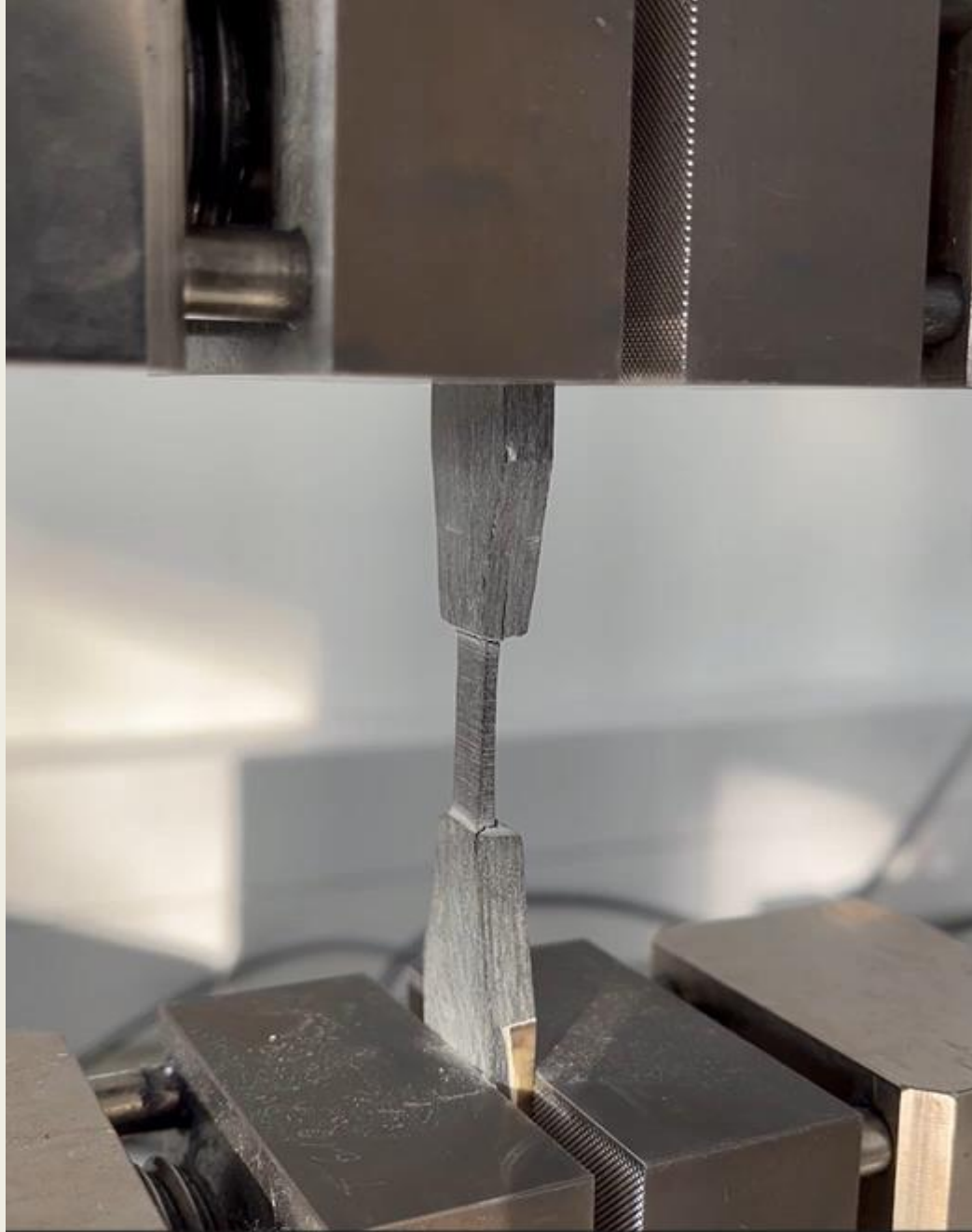
Series graph:



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

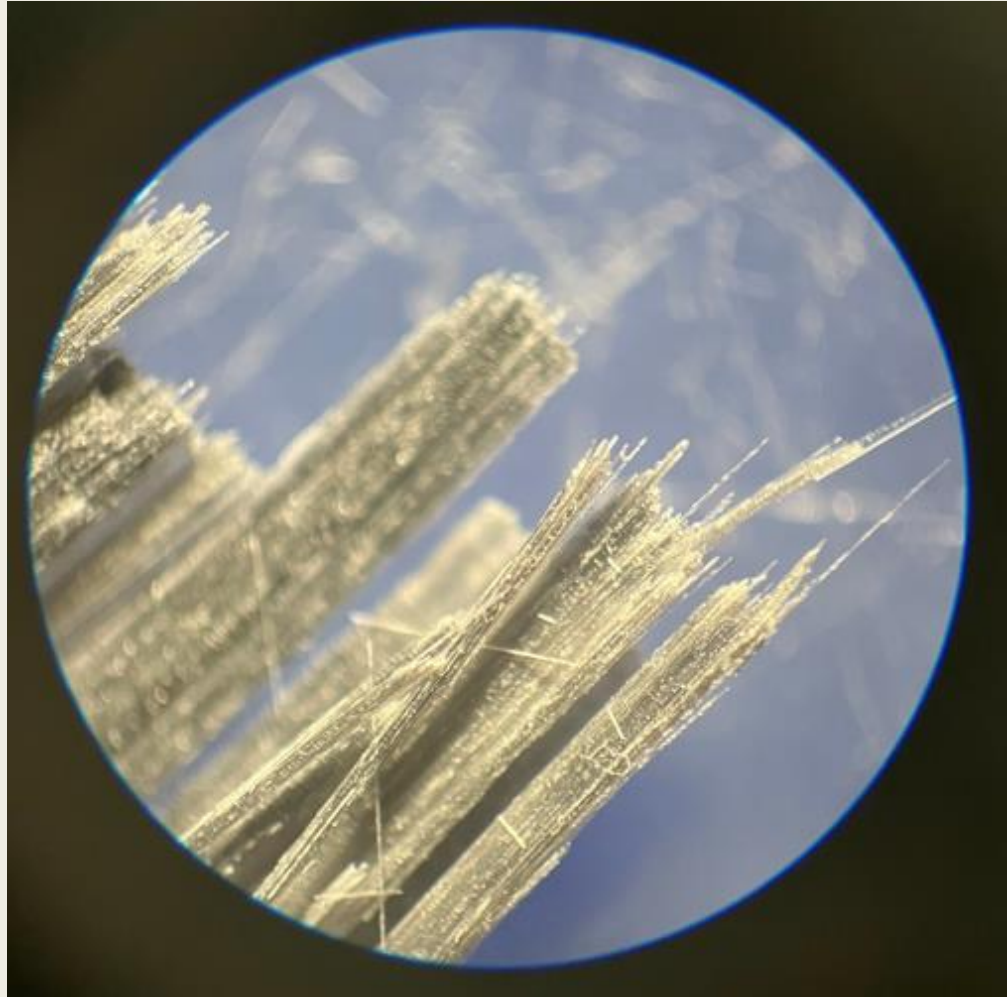


- Biztosan kijelenthető, a szakítóvizsgálatok során egyértelműen kiderült, hogy kivételesen jól képes elviselni az íj kar az egytengelyű húzóigénybevétel.
- Húzásra tehát tökéletes volt mindhárom típus.

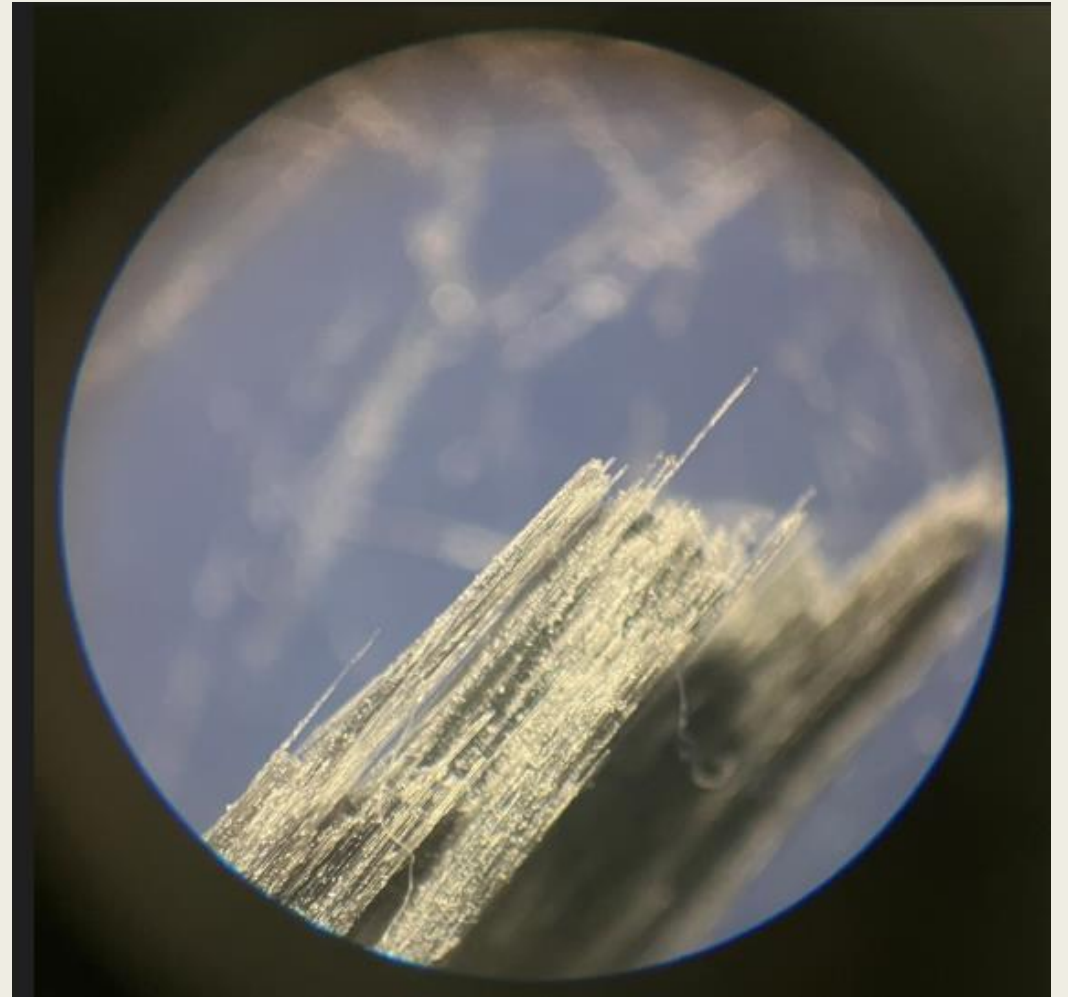
A kikönnyített próbatest szakításának videója

Anyagvizsgálatok

Az íjkar töretek



A PSE Xforce íj kar töretének nagyított képe

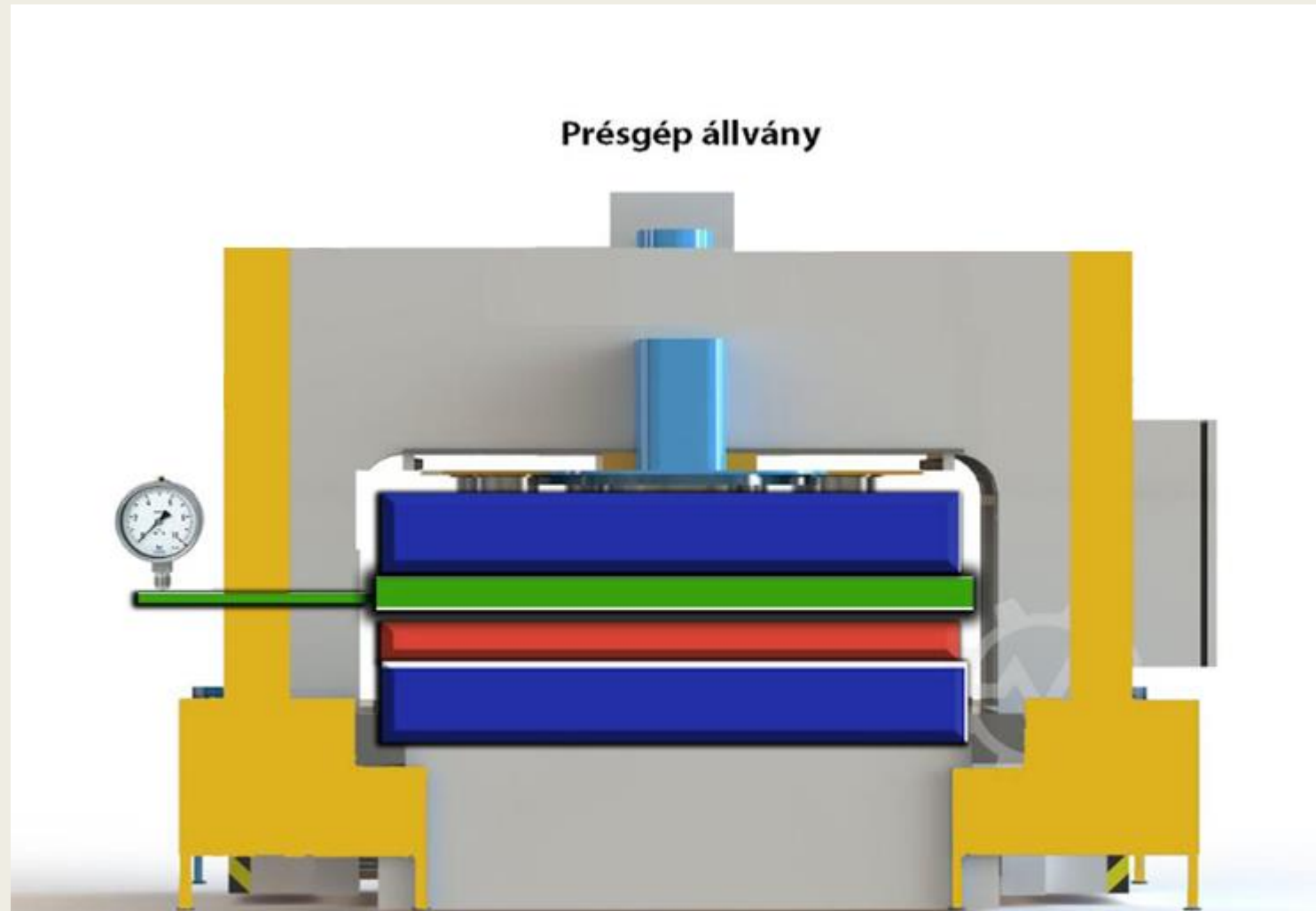





A Vulture íj kar töretének nagyított képe

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 üvegszálak epoxiba ágyazott szálak, azonban ennek a technológiának a mai tudásom szerint pontosan ez a szálirányba való rendezettség a gyengéje.

A présszerszám szerkezete és elve.



-  Pneumatikus préstömlő
-  Nyomó alaplakok
-  Munkadarab rétegek

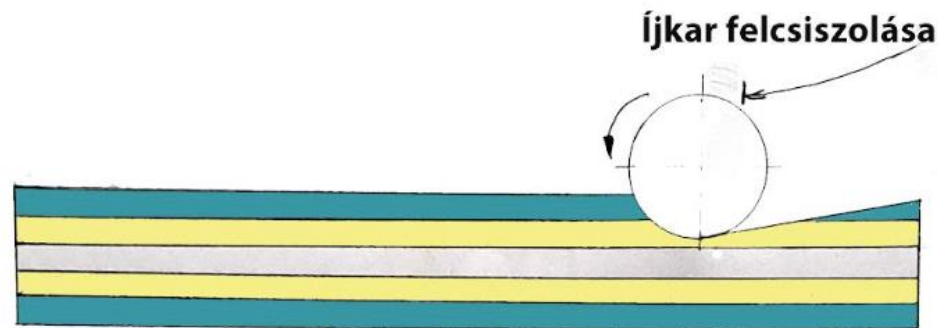
Az íj kar kompozit rétegeinek összeállítási elve.



Íjkar ragasztott rétegei

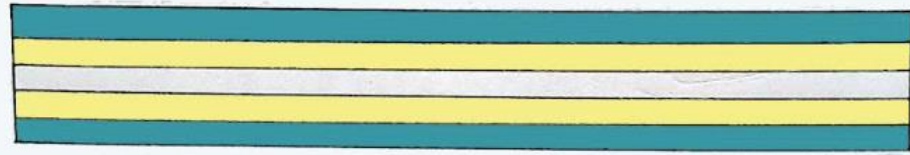


Íjkar alakváltozása



Íjkar alakváltozása

Az íj kar kompozit rétegeinek összeállítási elve.



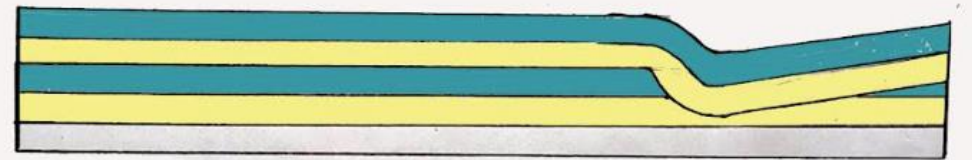
Íjkar ragasztott rétegei



Íjkar kialakítása köszörülés után

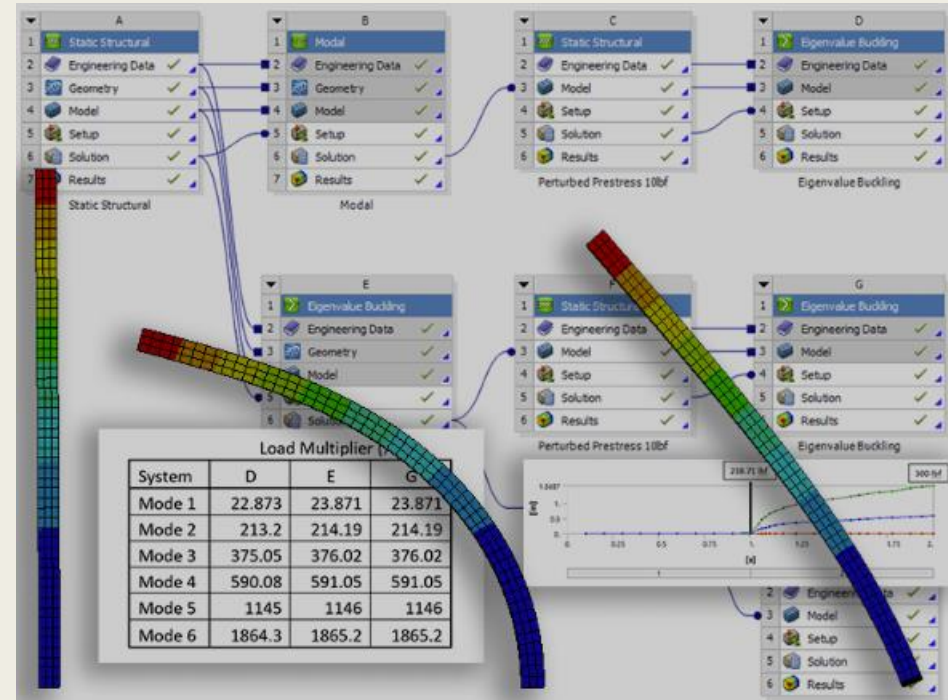
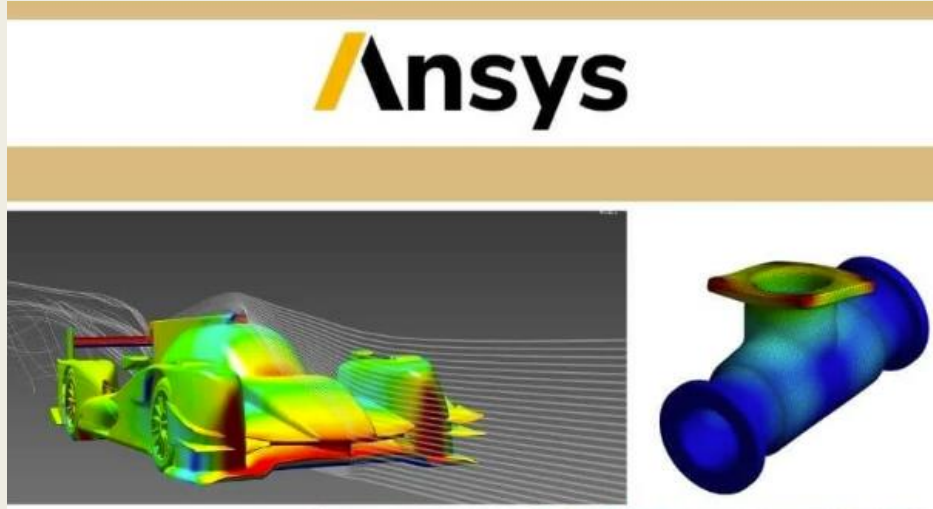


Köszörült íjkar köszörülés után



Köszörült íjkar végigfutó réteggel való lezárása

Az Ansys rendszer használata (Végeselem Szimulációs Tudományos Tervező Program)



Az új kar Ansys rendszerbe való felvétele a rendszerből kiválasztott és a rendszer paramétereivel ellátott üvegszállal.

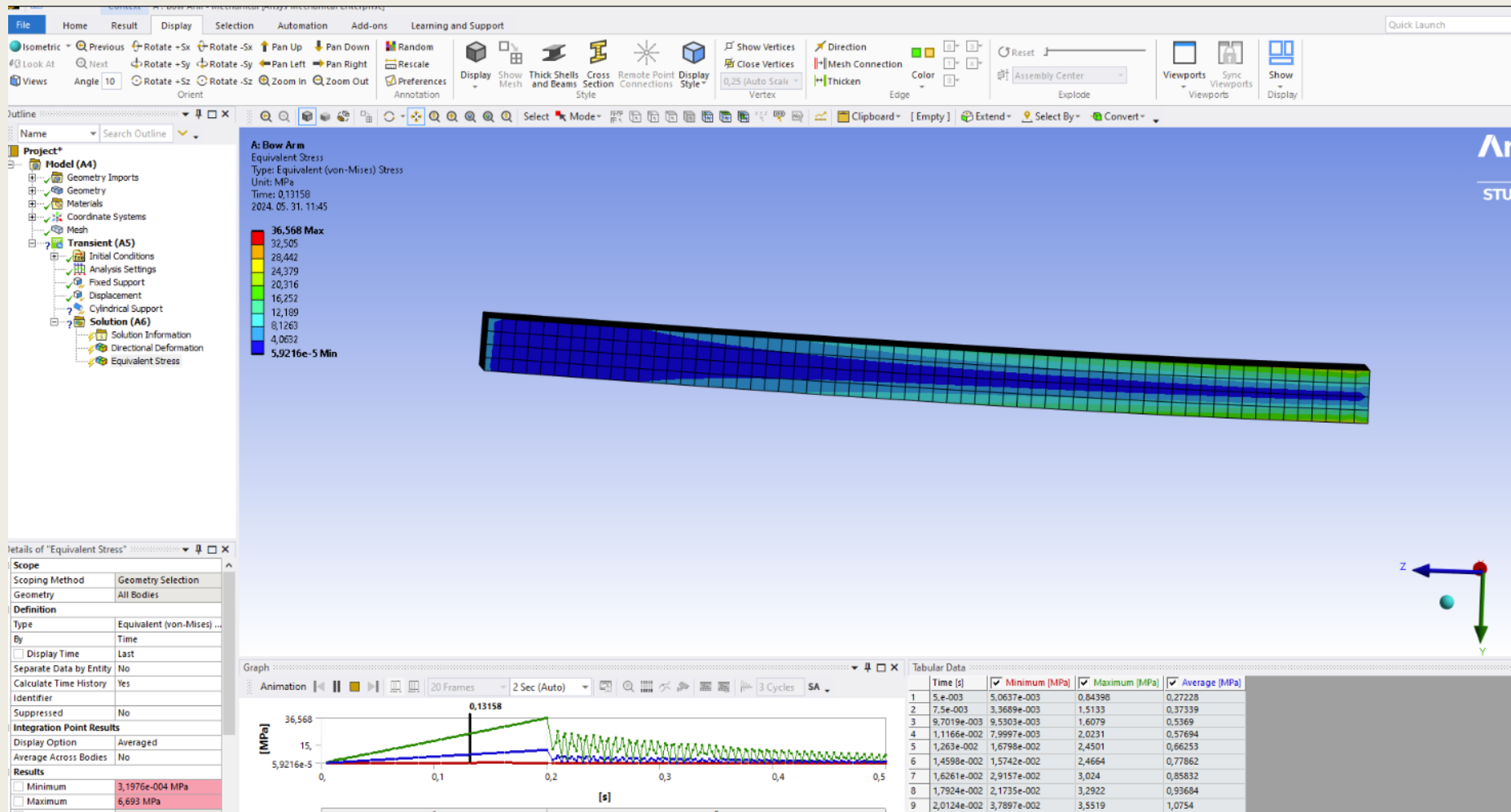
The screenshot displays the Ansys Workbench Engineering Data interface. The left sidebar lists various material property categories, with 'Physical Properties' expanded. The main area shows the 'Outline of Schematic A2: Engineering Data' with a table of materials. The 'Kompozit Üvegszal' material is selected, and its properties are shown in the 'Properties of Outline Row 3: Kompozit Üvegszal' table. The 'Material Field Variables' table is also visible, showing the 'Temperature' variable with a value of 22.

A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data	Source		Description
2	Material			
3	Kompozit Üvegszal			
4	Structural Steel			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5 -110.1
*	Click here to add a new material			

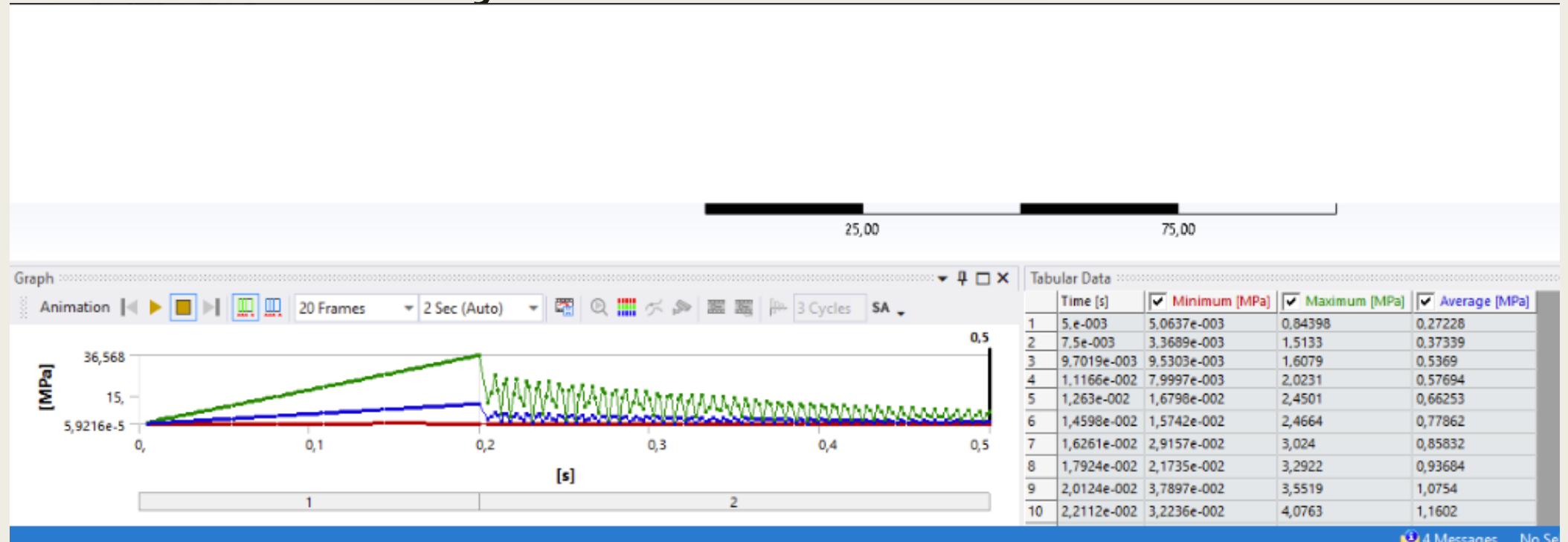
A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	2000	kg m ⁻³	
4	Orthotropic Elasticity			
14	Orthotropic Stress Limits			
24	Orthotropic Strain Limits			
34	Tsai-Wu Constants			
38	Puck Constants			

A	B	C	D	E	
1	Variable Name	Unit	Default Data	Lower Limit	Upper Limit
2	Temperature	C	22	Program Controlled	Program Controlled

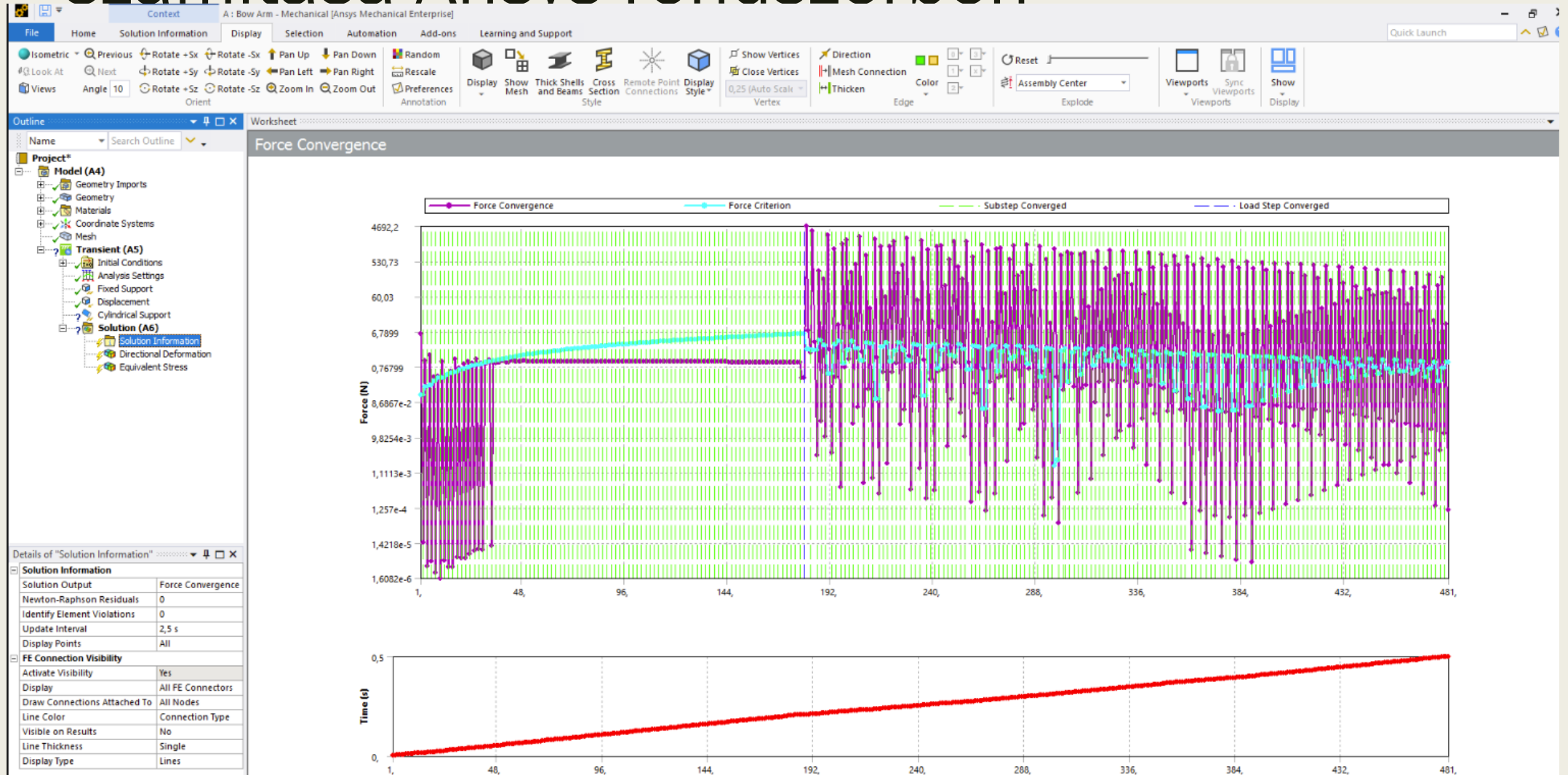
Az új kar térrácsszerkezetének felvétele és terhelésének vizsgálata Ansys rendszerben



Az íj karban a terhelés során fellépő feszültségek végelelem szimulációja és számítása Ansys rendszerben



Az íj karban a terhelés során fellépő feszültségek vége-selem szimulációja és számítása Ansys rendszerben



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://grimás.hu/termek/harom-es-negy pontos-hajlítóallványok/>

A félév során felvett és teljesített tárgyak:

- **Kompozitok: (Dr. Klébert Szilvia) 6 kredit**
- **Hő- és áramlástan modellezés és numerikus szimuláció alkalmazása az anyagtechnológiákban: (Prof. Dr. Zachár András) 6 kredit**

A doktori képzésem 3. félévem során **heti 4 órában Kémia és anyagismeret labort** tartottam 3. féléves hallgatóknak.

Publikációk:

Novemberben előadóként vettem részt az Óbudai Egyetemen rendezett **ICCECIP konferencián**, várunk az **ICCECIP szakcikkem** megjelenésére, melynek címe:

Safety technological testing of the compound bow structure

Jövőbeli tervek

- A következő félévben szeretném befejezni az Ansys rendszerben az íjkar végeelem szimulációját.
- A kompozit anyagom présszerszámát szeretném elkészíteni és működőképessé tenni addig a szintig hogy megfelelő geometriájú, saját kompozit anyagot tudjak keverni és előállítani.
- Minden ezekhez kapcsolódó tudományos munkát igyekszek áttanulmányozni és kutatni.
- További 2 PhD tárgy teljesítése a Komplex Vizsgáig, lehetőség szerint még egy félév során szeretnék foglalkozni az Ansys rendszerrel Prof. Dr. Zachár András segítségével.
- Komplex vizsgára való felkészülés a következő félévben.

A person wearing a red coat is shown from the waist down, standing next to a vintage suitcase. The suitcase is light-colored with dark brown leather straps and metal buckles. The person's hands are on the suitcase, appearing to adjust or fasten a strap. The background is a soft, out-of-focus outdoor setting. The entire image is overlaid with a dark, semi-transparent filter, and a white L-shaped graphic element is positioned in the top-left and bottom-right corners.

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!