
Doktori (Ph.D.) értekezés

**PONYVASZÖVETEK FIZIKAI ÉS KÉMIAI SAJÁTOSSÁGAI,
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ EGÉSZSÉGGÁROSÍTÓ ANYAGOKRA**

Ahmad Khuder

Nyugat-magyarországi Egyetem
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

Témavezető:
Dr. Dr. h.c. Winkler András

2008

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. A KUTATÓMUNKA TÁRGYÁNAK, ÉS A PONYVASZÖVETEK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE.....	6
2.1. A TERMÉSZETES PONYVAANYAGOK HASZNÁLATÁNAK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE.....	6
2.2. A PONYVASZÖVETEK FOGALMA, TÍPUSAI ÉS GYÁRTÁSA	8
2.3. PONYVAANYAGOK NEMESÍTÉSE.....	13
2.4. PONYVASZERKEZETEK.....	14
2.5. TEFLONBEVONATÚ ÜVEGSZÁLAS SZÖVETEK.....	24
2.5.1. Teflonbevonatú üvegszálás szövetek konfekcionálása.....	26
2.5.2. A teflon bevonatú üvegszálás szövetek hegesztésével járó veszélyek	26
3. A VIZSGÁLAT TÁRGYAI ÉS MÓDSZEREI	29
3.1. TERMÉSZETES PONYVAANYAGOK VIZSGÁLATAI.....	29
3.1.1. Fonalak lineáris sűrűsége.....	29
3.1.2. Fonalágszám.....	30
3.1.3. Sodratszám.....	30
3.1.4. Fonal- és cérnvizsgálatok.....	30
3.2. SZÖVETVIZSGÁLATOK	32
3.2.1. Vízáteresztő képesség vizsgálata.....	33
3.3. MESTERSÉGES, TEFLONBEVONATÚ PONYVAANYAGOK VIZSGÁLATAI	33
3.3.1. GC-MS mérési módszer.....	34
3.3.2. Termogravimetriás mérési módszer.....	35
4. EREDMÉNYEK	36
4.1. TERMÉSZETES PONYVAANYAGOK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI.....	36
4.1.1. Szilárdsági vizsgálatok eredményei.....	38
4.1.2. Vízáteresztő képesség vizsgálati eredményei.....	44
4.2. MESTERSÉGES, TEFLONBEVONATÚ PONYVAANYAGOK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI	48
5. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	55
6. KONKLÚZIÓ	56
7. IRODALOMJEGYZÉK	59

1. BEVEZETÉS

A legtöbb Szír város építészeti jellege a múltban fejlődött, de a mai napig élő és virágzó egységet alkot az újabb korok építményeivel. A tereken, szűk sikátorokban a mindig erős fény és árnyék játszik meghatározó szerepet. A házak zárt homlokzatot mutatnak a külvilág felé, szimbolizálva a zárkózott családi egységet, belül tágas udvarokat kialakítva adnak védelmet a nap erős sugárzása ellen, és hogy fenntartsák a hűsítő légmozgást forró nyári napokon. A házak északnyugaton főként sárból épültek, méhkasokat szimbolizálva, délen és keleten, pedig főként követ használtak, a nomád beduinok viszont hordozható sátrokban élnek.

Damaszkusz, Aleppo és Bosra városokat a világörökség részévé nyilvánították, az autentikus szír építészeti értékek fontosságának hangsúlyozása érdekében, mivel ez egyenértékű az épített történelmi emlékek megőrzésével. A városok mai képe a történelmi épületek közvetlen szomszédságában épült házak, utcák, terek harmonikus keveréke a történelmi kultúrával, szolgálva az ott élő emberek mindennapi igényeit. Az építők és az épületek lakói kihasználták az építőanyagok helyi adottságait, szerkezeti sajátosságokat és technikákat, melyeket több ezer évről hagyományoztak rájuk korábbi civilizációk.

Az emberiség régóta ismeri és használja a természetes szálanyagokból készített ponyvaféleségeket és használja az építészetben, főként a nap, eső és szél elleni védelmi helyeken, nomád népek hajlékaként, mivel olcsó és könnyen alakítható anyagról van szó. Szíria építészeti és népi kultúrájának meghatározó elemei a szőtt textíliák. Manapság, ahogyan a világ számos fejlett országában láthatjuk, a vásznak, ipari ponyvák építészeti megjelenései egyre gyakoribbak. Hasonlóan ezekhez, Szíriában a hagyományos építészet új alapokon, régi formákban kelhet életre. A történelmi hangulatú, de talán nem egyedül csak a keleti országokra jellemző kupolás, sátras épületeket, csarnokokat terveznek és modern technológiai megoldásokkal, építik meg. A korok változásaival a textileket felváltották az alakjukban nagyon hasonló, a szőtt jelleget megtartó kompozit lapszerkezetek, üvegszál és műgyanta erősítéssel, amelyek húzószilárdsága a modern építészeti elvárásoknak megfelelően sokkal nagyobb. Az új anyagok gyártása, feldolgozása azonban nem veszély nélküli. A konfekcionálás során keletkező anyagok súlyosan károsítják az emberi környezetet.

A piac telítődése, az egyre több versenytárs megjelenése azonban kiélezi a gyártók közötti versenyt. Az anyagok előállítására a titkos gyártási eljárások miatt nem lehet olcsóbb a piacon, de a feldolgozás során használt emberi munkaerőn jelentősen lehet spórolni, ha fejlődő országokba viszik el a technológiát. Számos aggodalomra okot adó tudományos eredmény látott azonban napvilágot a perfluor-oktánsav és sói kedvezőtlen környezeti és egészségügyi hatásáról. Sajnos ma már ez a vegyi anyag szinte mindenhol megtalálható. Vizsgálatok kimutatták a vegyület nyomait az emberek vérében és az állatok szervezetében is.

A legnagyobb veszélye ennek a vegyi anyagnak az, hogy nagyon lassan bomlik le és könnyen felhalmozódik a biológiai szervezetek zsírszöveteiben. Olyan állatok szervezetében is kimutatható, amelyek igen távol élnek az emberi civilizációtól pl.: az északi sarkkör közelében élő jegesmedvékben.

A mesterséges vegyi anyagok szervezetbe való megjelenése és elraktározódása komoly kockázatot jelent, mert könnyen átadódhatnak a következő generációnak, illetve a szerves táplálék fogyasztásával további mennyiségek juthatnak szervezetünkbe. Egyelőre nem tudják pontosan, milyen módon károsítja az emberi egészséget a perfluoroktánsav, de gyakran felmerül a rákkeltő, mutagén hatás lehetősége is.

A kutatási munkám célja a természetes és mesterséges ipari ponyvák előállításának és tulajdonságainak bemutatása mellett a továbbfeldolgozás során keletkező, egészségkárosító anyagok vizsgálata, legfőképpen a szintetikus, teflon bevonatú üvegszálás építőipari ponyvák konfekcionálási fázisát kísérő perfluoroktánsav (PFOA) igazolása. A kísérletekhez természetes és mesterséges alapanyagot használtam, amelyek fizikai és kémiai változásai a fejlett technikai lehetőségeket kihasználva kerültek meghatározásra.

A kísérletek elvégzésére egy korábbi gyakorlati és egy későbbi munkahelyemen szerzett tapasztalatok és új ismeretek megszerzése indítottak. A gyakorlati hely, ahol a természetes ponyvával foglalkoztam és kísérleteztem a szegedi székhelyű Heavytex Rt volt – amely időközben megszűnt – a munkahelyem, pedig a Spandome Center Kft. mesterséges, építőipari ponyvákat feldolgozó üzeme volt, Budapesten. Különös figyelmet fordítottam a teflonbevonatú üvegszálás szövetek hegesztése során keletkező perfluoroktánsav káros hatásaira, miután a tudományos kutatások többsége a teflonbevonatú edények vizsgálatára terjedt.

Fontosnak tartom, hogy a ponyvaanyagokat mind gyártásukban, mind, pedig felhasználásukban részletesebben megismerhessem, mivel nemzetiségemnél fogva népi építészetünk egyik legkedvesebb anyaga ez, még ha modern technikákkal próbáljuk utánozni a korábbi szőtt, természetes szálanyagokat.

2. A KUTATÓMUNKA TÁRGYÁNAK, ÉS A PONYVASZÖVETEK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

2.1. A természetes ponyvaanyagok használatának történeti áttekintése

A ponyváknak teljes történelmük során nagyszerű volt a megjelenésük. A vásznak, függönyök, ablakrolók, sötétítők természetes hűsítést nyújtottak a légkondicionálók és sötétített üvegek megjelenése előtt. Megvédték a tűző napsugártól, de beengedték a fényt és engedték a levegőt ki-beáramlani hatékonyan és olcsón. A ponyvák segítségével a boltok nyitva lehettek a tűző napsütésben és megvédték a kitett árut a megfakulástól. A szemmagasság közelében jelentős hatással voltak az épületek küllemére. A gyártók megjelentek különböző színű sávós, díszes-szalagos, festett, figyelemfelkeltő ponyvakkal. Akik díszíteni akarták épületüket sokféle színű és mintájú ponyva közül választhattak.

Az utóbbi években az épülettulajdonosok, és az érdeklődők a történelem értékek megőrzése miatt újra felfedezték a ponyvákat. A helyi sétálóutcák és a souk történelmi hangulatainak megőrzését célzó programok bátorítják, és néha finanszírozzák is a ponyvák, mint elsődleges díszítő és fény védelem elleni eszközök visszatérését.

Az energiaköltségek csökkentésének érvei is ráveszik az épülettulajdonosokat és a fejlesztőket, hogy ponyvákat alkalmazzanak, így csökkentve a túlzott hőelnyelést, és a hűtés költségeit. A ponyvák elterjedtek voltak a huszadik század közepéig, ezért illenek a történelmi épületekhez, nem úgy, mint a légkondicionálás modern módjai.

A ponyvák fontos részei az épületeknek, amelyek keveset változtak a történelem során. A feljegyzések visszavezetnek az Ősi Egyiptomba és Szíriába, ahol vastag szövetekkel árnyékolták a házakat és az árusítóbódékat. A Római birodalomban nagy négyszögletes ponyvakkal borították az amfiteátrumokat és stadionokat, köztük a Colosseumot is. A további két évezred alatt a ponyvák világszerte megjelentek miközben a gyártástechnológia jelentősen megváltozott.

Miközben a ponyvák Amerikában, széles körben megjelentek az üzletek homlokzatán a XIX. század első felében, ezek meglehetősen esetlegesek és szigorúan célszerűek voltak. Az alapeszköz fa vagy vas rudakból állt, amelyek a járdaszegély irányába voltak helyezve és hozzákötve a homlokzati keresztfához. A keresztfához ferdén gerendákat rögzítettek, hogy nagyobb árnyékolóknak nyújtsanak támasztékot. A vászon felső része a homlokzathoz volt rögzítve szögekkel, horgokkal és gyűrűkkel,

vagy a homlokzathoz rögzített rúdhoz volt kötözve. A ponyva túllógó vége az elől lévő rúdhoz volt kötözve vagy át volt rajta hajtva, amely így egy szegélyt alkotott. Díszes tárgyakkal az oszlop filigránosan volt dekorálva a rúd végén gömb vagy lándzsaszerű csúccsal. Felhős napokon, ha eső nem fenyegetett, a ponyva fel volt csavarva a homlokzathoz, a téli hónapokban a ponyva le volt szedve és tárolva lett a megfelelő karbantartás mellett. Az 1800-as évek közepéből származó fényképeken gyakran csak a csupasz keret látható, ebből arra lehet következtetni, hogy a ponyva csak akkor volt kiterítve, amikor arra szükség volt.

Merített vászon volt az uralkodó ponyva anyag. Az erős sűrű szövésű pamuttextilt évszázadokon keresztül használták sátrak és vitorlák készítéséhez. A vászon változatos anyag melynek viszonylag alacsony élettartamát az alacsony ára ellensúlyozza. A ponyvák a polgárháború utáni években elterjedté váltak. A gőzhajók, megjelenése arra készítette a vászon és vitorlakészítőket, hogy új piacot keressenek. A ponyvaipari vásznak, és keretek széles választékát fejlesztette ki, amelyek alkalmazhatóvá váltak ablakokhoz és üzletek részére egyaránt.

Az alább felsorolt sátrak mindegyikének vászonszövet anyaguk volt, és tekintélyes számú feszítőkötélet kellett használni hozzájuk. A feszítőkötéleteket pontosan kellett elhelyezni és megfeszíteni, hogy a sátor megfelelően álljon, mindehhez némi gyakorlás és tapasztalat kellett. Ez tette viszonylag alkalmatlanná ezt a sáortípust az alkalmi sátorozók számára.

- Kis sátor: ez 2-3 személyes kisméretű verziója a gerinces sáturnak. Általában ennek a sáturnak 1,2x1,8 métertől x 1,8x2,4 méterig terjedő méretű négyszögletes alapja van, a gerinc magassága, pedig 1-1,5 méter. Az oldalfalak általában 0,5 méter magasak. Feszítőkötéletek vannak csatolva minden sarokban és mindegyik oldal közepén álló rúdhoz. Ezek a feszítőkötéletek segítenek tartani a sátor alakját. A korai verziójánál a sáturnak mindkét végén egy hosszabb pózna volt, míg a későbbi verzióknál, a sátor végeinél a rudak inkább A alakot formáztak. Némely típusoknál ezekhez egy vízszintes rúd csatlakozik, és ez tartja a sátor gerincét.

- A gerinces sátorban 5-8 ember tud aludni. Általában ennek a sáortípusnak négyszögletes alapja van melynek mérete 2,5x3 méter és 3x5 méter között van, a gerinc magassága 1,8 méter. Az oldalfal körülbelül 3 láb magas. A sátor két végén rendszerint egy-egy függőleges rúd van, és ezek végeit összeköti egy vízszintes rúd. Tágasabb típusoknál egy függőleges rúd is lehet a sátor közepén, hogy alátámassza a gerinc rudat. Két feszítőkötél van általában mindegyik sarokban, és feszítőkötéletek

vannak kétlábanként az oldalfalak mentén. Ha erős szél volt várható, minden rúd végére további két vihar-merevítő kötelet rögzítettek.

- Négyszögletes sátor közepén póznával. Ezt a típust gyakran használták a huszadik század első felében családi sátorozáshoz. Annak ellenére, hogy 9 rúd és 12 merevítő kötél kellett hozzá, egy gyakorlott négytagú család 10-15 perc alatt fel tudta állítani. A sátonak 2,5x2,5 méter és 5x5 méter közötti méretű négyszögletes alapja volt. Körülbelül 1,5 méter magas rudak voltak minden oldal közepén és minden sarokban, a sátor közepén, pedig egy 3-3,5 méter magas rúd állt. A sátor falai függőlegesek voltak, a sátor teteje, pedig piramis formájú volt, ez az ember fejének elegendő teret nyújtott a sátor nagy részében.

- A Sibley sátonak (harang sátor) alapja 3-4,5 méter átmérőjű kör alakú, melynek közepén a kb. 3 méter magas rúd volt. Merevítő kötelek voltak rögzítve a sátor falának tetejéhez kb. 0,5 méterenként. Ezeket a köteleket figyelmesen kellett rögzíteni, hogy megtartsa a sátor az alakját és a rúd függőlegesen álljon.

2.2. A ponyvaszövetek fogalma, típusai és gyártása

A ponyvaszövetek általában vászon vagy vetülékripsz szövésű nagy területi sűrűségű erős szövetek, amelyek alkalmasak arra, hogy a velük lefedett tárgyakat vagy térrészeket megvédjék az időjárási tényezők káros hatásaitól, elsősorban az esőtől és a napsugárzástól.

Az emberiség régen ismeri és használja a természetes szálanyagokból készített ponyvaféleségeket. Azonban néhány kedvezőtlen tulajdonsága is van: nedvszívó tulajdonságuk, fényállóságuk gyenge, kémiai és biológiai ellenálló képességük kicsi. Ezért a természetes anyagú ponyvaszövetek élettartama viszonylag rövid. A kedvezőtlen tulajdonságuk azonban különböző technológiai eljárásokkal javíthatók.

A természetes ponyvaszövetek tiszta pamutból valamint pamut és háncsrost konstrukcióban készülnek 300-700 g/m² közötti területi sűrűséggel.

E természetes alapanyagú ponyvaszöveteknek két nagy felhasználási területe van, ezek:

- a) takaróponyvák,
- b) sátrak.

A textilipar és a műanyag-feldolgozás együttes fejlődésének eredménye a szintetikus ponyvaanyagok széles választéka.

Tulajdonságaikat hosszú időn keresztül megőrzik, és nagy üzemi módszerekkel, gazdaságosan előállíthatók és konfekcionálhatók.

A szintetikus ponyvaszövetek két fő alkotóelemből tevődnek össze:

- textilbetét: amely a szilárdsági tulajdonságokat biztosítja;
- műanyag film: amely a textilbetétet – egyik vagy mindkét oldalán beburkolva megvédi a külső hatásoktól.

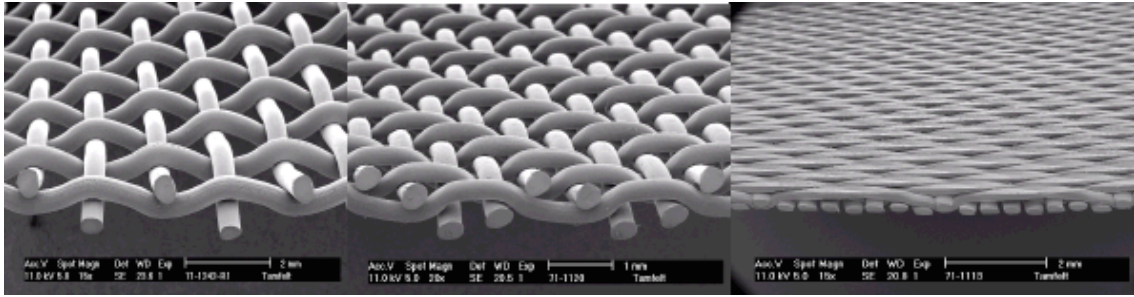
A szintetikus ponyvaszöveteknek elég széles a felhasználási területe, ezek közül:

- a) Előtetők
- b) Gépkocsi ponyvák
- c) Tárolótartályok
- d) Nagy igénybevételű tárolótartályok
- e) Különlegesen nagy igénybevételű ponyvaszerkezetek.

A gyártmányok kialakításánál elsősorban a mechanikai tulajdonságok maximális terhelésre való biztosítása a cél, ami azonban nem jelent ellenálló képességet éles, durva felületek, nyíróerők és hirtelen ébredő szakítóerő hatásával szemben.

A ponyvaszövetek előállításához jelenleg használt textilbetétek nagy szilárdságú fonalakból, általában szövési eljárással előállított ún. műszaki textíliák.

A hagyományos szövetek két, egymásra merőleges fonalrendszer, a lánc- és a vetülékfonalak szabályos keresztezésével jönnek létre. A láncfonalak a szövés során kifeszített állapotban vannak, a vetülékfonalakat, pedig az előre meghatározott kötéstípus szerint, a soron következő láncfonalak alatt, ill. fölött vezetik.



1. ábra. Szövet szerkezet elrendeződése [51]

a) vászon szövet kötési mód, b) sávoly kötési mód, c) atlasz kötési mód

A szövési technikából következik tehát, hogy a szövetek fizikai tulajdonságai (szilárdság, nyúlás) a lánc és a vetülék irányban különbözőek. A műszaki szöveteknél leggyakrabban alkalmazott kötéstípus az ún. 1/1 vászonkötés (1/a ábra) itt a vetülékfonal minden egyes láncfonalnál keresztezi a szövési síkot. Valamint az ún. 2/2 panamakötés, amelynél 2-2 lánc, ill. vetülékfonal azonos módon helyezkedik el.

A vászonkötésű szövetek merevebbek, a panamakötésűek lágyabbak, mivel az utóbbiak esetében az egyes fonalak mozgási lehetősége nagyobb. A szövetszerkezet merevségének a ponyvaanyagok továbbszakítással szembeni ellenállása szempontjából van jelentősége. Általában vászon és vetülékripsz kötéseket használnak. [1] [2]

A textilbetét nagy szilárdságú szintetikus szálanyagból, elsősorban poliészterből vagy poliamidból készül, rendszerint szövési technológiával.

A műanyag film anyaga sokféle lehet. A legelterjedtebbek a kenéstechnikai eljárással készülő, lágyított PVC filmképzős, és a kalanderezéssel készülő, szintetikus kaucsuk filmképzős bevonatrendszerek. [2] [4]

A ponyvaszövetek textilbetétjeként a következő anyagokból készített szövetek, illetve más technológiával előállított laptermékek [19] [20] [16] [17] [32]

- poliészter (PES),
- poliamid (PA 6.6), Nylon
- aromás poliamid (paraaramid), pl. Kevlar
- poliakrilnitril (PAC)
- polivinil-alkohol (PVA)
- polipropilén (PP)
- üvegszál (G)
- szénszál (C)

A ponyvaszövetekkel szembeni igényekből fakadóan az alkalmazott szálasanyagoktól a következő tulajdonságokat követeljük meg:

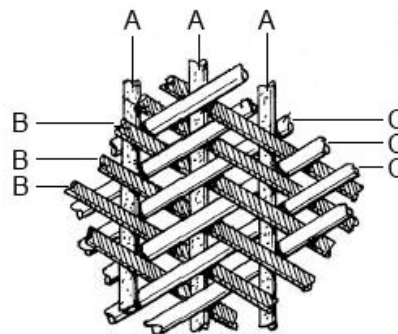
- nagy szilárdság,
- kis nyúlás,
- méretállandóság,
- kis vízfelvétel,
- hőállóság, hidegállóság

Fontos a vegyszerállóság, az öregedésállóság, a mikroorganizmusokkal szembeni ellenállóképesség is, annak ellenére, hogy a kész ponyvaszövetek e tulajdonságait elsősorban a műanyag filmnek kell biztosítania. [5] [6] [30] [31]

A ponyvaszövetek készítéséhez felhasználható speciális eljárások:

Triaxiális szövetek (dow-weave)

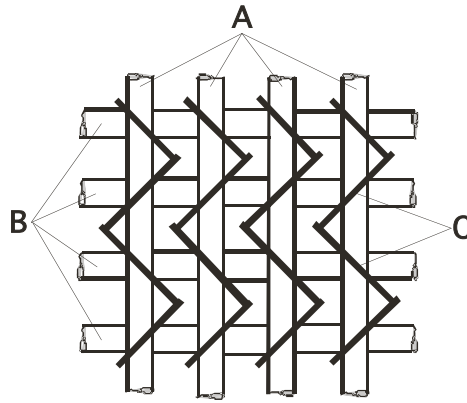
A hagyományos szövetek szilárdsági tulajdonságai a különböző irányokban eltérőek, és ez sok felhasználási területen kedvezőtlen. Ezért olyan szövetszerkezetet is kifejlesztettek, amely három egymással 60° -os szöget bezáró fonalrendszerből épül fel, így speciális tulajdonságokkal rendelkezik. A speciális szövési technika már kialakult és hozzáférhető, de drága, ezért az ilyen típusú textilbetétek alkalmazási körének lassú bővülése várható.



2. ábra Triaxiális szövet szerkezet [4]

Varrva hurkolt kelmék (malimó-szövedékek)

A varrva hurkolt kelme három fonalrendszerből épül fel, lánckeresztező-varrófonalakból. A keresztező fonalakat két különböző, a merőlegestől kissé eltérő



3. ábra. A Malimo kelme szerkezete. [4]

A – lánCFonalak, B – vetülékfonalak, C - varrófonalak

szögben fektetik a lánCFonalakra, és a szerkezetet a varrófonalakkal rögzítik.

A lánChurkolt kelmék

Ezek a kelmék is három fonalrendszerből épülnek fel: lánCFonalakból, az ezekre merőlegesen fektetett vetülékfonalakból és e két fonalrendszert egymáshoz rögzítő, a lánC- és a vetülékfonalagnál lényegesen vékonyabb kötőfonalokból.

Nemszött textíliák

Ez az elnevezés széles termékcsoporthot jelöl: sokféle típus ismeretes, amelyeknek széles skálán változó tulajdonságai vannak. E textíliák alapvető sajátága, hogy igen finom szálak rendezetlen halmazából épülnek fel, amelyeket mechanikai (pl. tűzés), kémiai (impregnálás kötőanyaggal) vagy termikus (részleges megömlésztés és összepréselés) módszerekkel egymáshoz rögzíteneK. [22] [24]

A megfelelően megválasztott gyártástechnológia esetén a nemszött textíliák tulajdonságai minden irányban közel azonosak.

A különféle nemszöttek ponyvaanyagok textilbetéjként azonban még alig használatosak, mivel szilárdságuk kisebb, mint a hagyományos szöveteké.

2.3. Ponyvaanyagok nemesítése

A ponyvaszövetek nemesítése a következő eljárásokkal történik:

- Kikészítéssel, ami során a textíliák tetszetőségének fokozása, egyes tulajdonságainak megjavítása és a használati értékük növelése az elsődleges cél.
- bevonófilmes eljárás, amely során a textilbetét polimer oldatba vagy plasztiszolba merítik bele úgy, hogy a filmképző anyag a textilbetét kötéspontjai közé mindkét oldalról behatoljon, azt átítassa és felületén folytonos filmet képezzen. Az impregnáló egységhez szabályozhatóan fűtött zselizáló, ill. szárítószekrénynek kell csatlakoznia. Folytonos filmet általában csak többször ismételt impregnálási művelettel lehet készíteni. [5] [7] [47] [50]

Ezt a módszert a következő területeken alkalmazzák: vékony fonalból készített, sűrű szövésű textíliák vízzáróvá tétele (pl. PAC szövetek impregnálása akrilátoldattal, előtetők, kempingcikkék készítéséhez);

A kenési vagy kalanderezési eljárást megelőzően tapadásközvetítő réteg felvitele a textilbetétre. [33] [34]

A ponyvaszövetek kikészítésénél a következő impregnálási eljárásokat alkalmazzák:

- Vízzáró impregnálás
- Vízlepergető impregnálás
- Korlátozott éghetőség
- Rothadásmentes kikészítés
- Szikramentes kikészítés

Vízzáró impregnálás

Melynek eredményeként a szövet garantáltan csak az elvárt igényeknek megfelelően 2000-4000 Pa magas vízoszlopnomás esetén engedi át a vizet. Az egyik leggyakoribb vízzáró kikészítés az ún. fémszappanos impregnálás.

A magyarországi ponyvagyártó cégek az alumíniumszappanos eljárást alkalmazzák, melynek lefolyása a következő:

A nyersárut forró szappanoldattal telítik, mely oldatba a jobb vízlepergetőség érdekében Emol-zsirt és paraffint is emulgeálnak, az áru leszárítása után következik az ún. "pácolás", mely alumíniumtriformiát vizes oldatával forrón történő itatását jelent. A keletkezett alumíniumszappan már vízben oldhatatlan és vízzáróvá teszi az árut.

A pácoldathoz megfelelő mennyiségű rézszulfát adagolva elérhető, hogy a kikészített ponyva antiszeptikus, azaz rothadás- és penészedés mentes legyen.

Tovább növelhető a vízzáróság a pácolást követő szárítás utáni kalanderezéssel, mivel a kalander hatására a szövet és az impregnáló anyag ellapításával a még meglévő pórusok is eltömődnek, valamint az impregnáló flottában emulgált és a szövetre került zsírok és paraffin feloldva egyenletes zárt filmet képez az áru felületén. [6] [8] [9]

2.4. Ponyvaszerkezetek

A ponyvaszerkezetek alkalmazása elsősorban az utóbbi évtizedekben került előtérbe, mivel az építész által megálmodott formát csak komoly elméleti és számítógépes apparátussal lehet kivitelezési tervvé alakítani. Alkalmazásuk ugyanakkor többféle előnnyel jár: gazdag formaválasztékot kínálnak, ezáltal jól illeszthetők környezetükhöz; mobilak, átépíthetőek és szükség esetén egyszerűen semmisíthetőek meg, így erkölcsi elavulásukkal sem kell számolni; a korszerű ponyvaanyagok hosszú élettartamúak, nagy szilárdságúak, tűz- és vegyszerállóak, szabályozható mértékben áttetszők és színezhetőek, ami azt jelenti, hogy számos funkció kielégítésére lehet sátorszerkezetet készíteni. A sátorszerkezeteknek több típusa alakult ki: [25] [28] [35]

- Feszített sátrak:

- Ívekre feszített sátrak
- Oszlopokkal alátámasztott sátrak
- Függesztett sátrak
- Vegyes szerkezetek

- Légsátrak

- Tartályok, silók

Mivel a ponyvaanyagok nem képesek nyomóerő felvételére, gondoskodni kell arról, hogy minden pontjukban és minden irányban csak húzóerők ébredjenek, hogy ez által elkerüljük a ráncosodást. A feszített sátrak esetében a feszítőerő nagyságának, légnyomásos szerkezeteknél a belső túlnyomásnak megfelelő megválasztásával tudjuk ezt elérni. A ponyva alakja és a feszítés mértéke azonban nem lehet akármilyen, ha azt akarjuk, hogy bármely teherkombináció hatására csupán húzóerők keletkezzenek. A tartályok és silók estében nem is áll rendelkezésre szabadon megválasztható húzóerő, ezért a nyomásmentességet itt egyedül csak az alak helyes megválasztásával lehet. [36]

Feszített szerkezetek

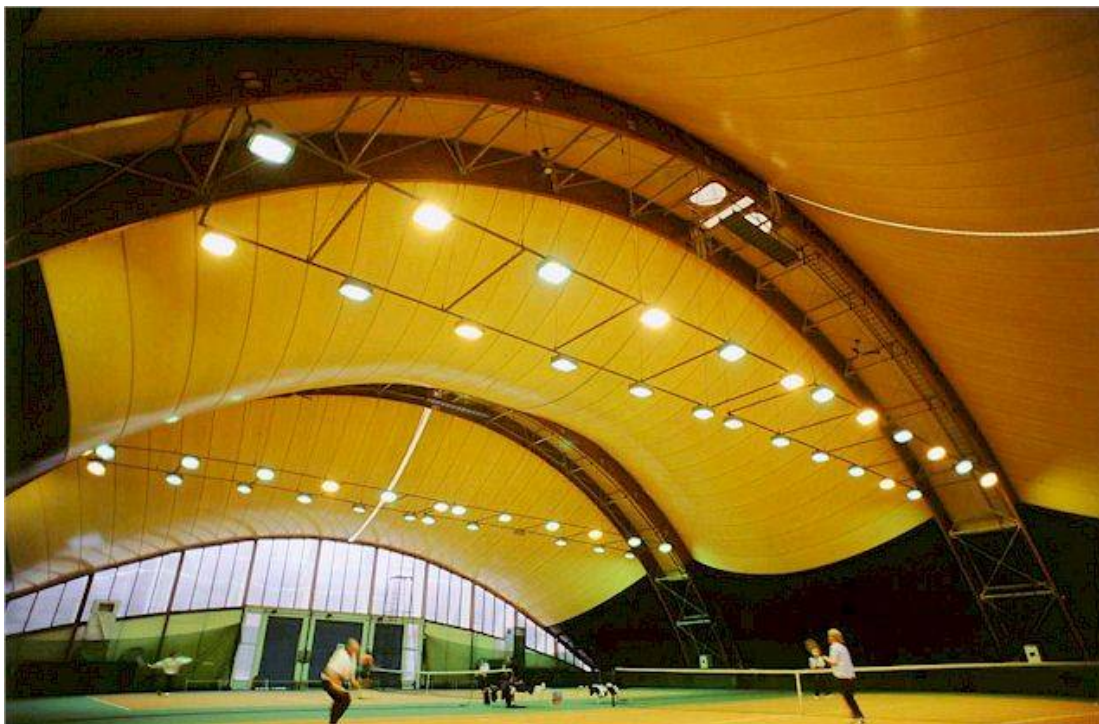
Feszített sátrak esetében a feszítésből származó húzóerőknek külső teher nélkül is egyensúlyban kell lenniük, ezért szükséges, hogy a felület minden pontjában a két főgörbület ellenkező előjelű legyen. A feszített sátrak alakja ezért csak hiperbolikus felület lehet, ami tartalmazhat síkpontot, de sohasem válhat elliptikus, vagy olyan felületté. A sík rész azonban hajlamos lehet a belazulásra.

A következőkben a fent említett különböző szerkezeti megoldásokra ismertetek példákat.

A 4. ábrán a szerelés egy fázisa látható. A háromcsuklós ívek közén



4. ábra. Keszthelyi teniszcsarnok egyik szerelési fázisa [15]



5. ábra. Keszthelyi teniszcsarnok belső nézete [15]



6. ábra. Keszthelyi teniszcsarnok külső nézete [15]

A 5. és 6. ábrákon egy dupla héjalású csarnok belső, illetve külső nézete látható. A lefedés két tenispálya fölé készült, és jelenleg ez hazánk legnagyobb feszített

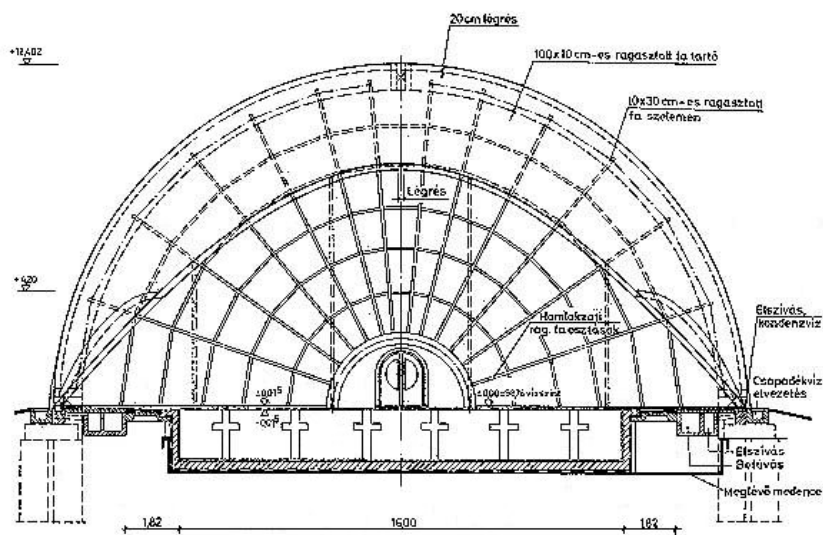
sátorszerkezete. A ponyvát rétegelt ragasztott faívekre feszítették, melyek támaszköze 42,0 m

A 7. ábrán látható raktár vázát a 18,3 m támaszközű ragasztott fatartók adják. A szélső ívek a kedvezőbb igénybevétel-alakulás érdekében bedöntöttek.

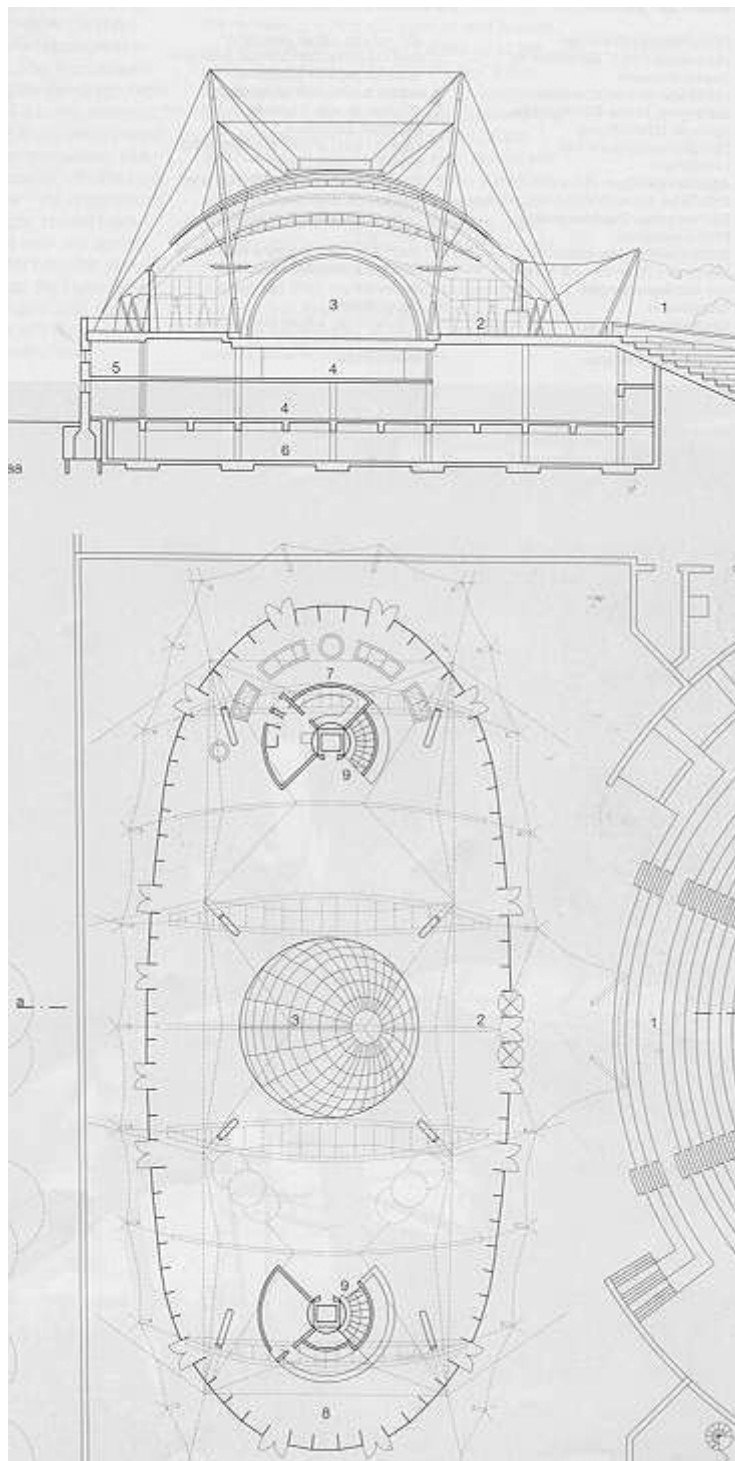
Hasonlóan ívekre feszített, dupla héjalású szerkezet keresztmetszetét mutatja a 8. ábra. A saját síkjukban kétsuklós, félkörív vonalvezetésű fatartók támaszköze 25 m.



7. ábra. Egy raktár épülete Győrben [1]



8. ábra. Uszoda szerkezetének keresztmetszete, Csepel [1]



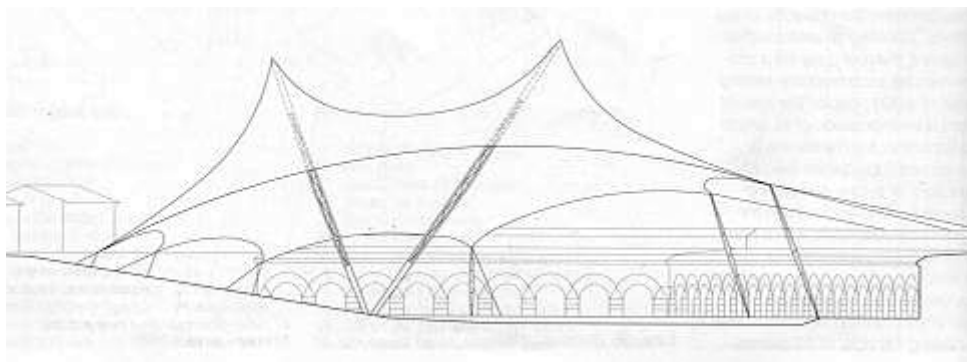
9. ábra. Szórakoztató Centrum metszete [15]

A 9. ábrán a Szórakoztató Centrum metszete és alaprajza, a 10. ábrán pedig külső távlati képe látható. Az építészek a függőleges térelhatárolást ez esetben üveggalakkal oldották meg, és könnyűszerkezethez illő sátoztetőt terveztek, így az embernek az aulában az az érzése támad, mintha szabad térben mozogna. A ponyvát peremkötelek

segítségével rögzítették az alapozáshoz, és a hiperbolikus felülethez szükséges ellenkező irányú görbületet 7 db befüggesztett acél ívtartó alkalmazásával biztosították, melyek közül négy felülvilágítóként is szolgál. Az íveket a nyolc, kötelekkel kifeszített, a megdöntés irányában csuklós megtámasztású, árbocról acélsodronyok segítségével függesztették be.



10. ábra. Szórakoztató Centrum külső képe [15]



11. ábra. Szabadtéri Színpad metszete, Hamina [15]



12. ábra. Szabadtéri Színpad külsőképe, Hamina [15]

A 11. és 12. ábrákon a Szabadtéri Színpad lefedésének metszete és külső távlati képe látható. A tető egy, a XIX. század első feléből származó, restaurált építmény fölé készült, melyet a mai igényeknek megfelelően egy oldalt nyitott lefedéssel kellett ellátni. Feltétel volt, hogy a lefedés nem károsíthatja a meglévő kőépítmény összképét, és ezért a tervezők a könnyed sáterszerkezet mellett döntöttek. A ponyvát a V formában elrendezett oszlopokra feszített, alsó nézőpontból konvex, és az alapozáshoz rögzített alsó nézőpontból konkáv kötelek alakítják a képen látható alakúra. A kötelekkel kifeszített árbcok rácsos tartó kialakításúak, és a betonalapokhoz csuklósan kapcsolódnak. A lefedés 1 mm vastag anyaga, nem éghető PVC-vel bevont polyester-szövet. [38] [39] [43] [44]

Légsátrak

Alkalmazásuk elsősorban az idényjellegű – pl.: csak téli üzemeltetésű – lefedési igény mellett célszerű. Kialakíthatóak kötelerősítéssel, vagy kötelerősítés nélkül. Az első változatnál az acélsodrony pluszköltséget jelent, viszont kisebb szilárdságú ponyvaanyag használható, mivel a fő teherhordó elem a köté. Mindkét típus előnye, hogy szilárd tartószerkezetet nem igényel, gyorsan szétbontható, vagy felállítható. Létesítésüknél azonban gazdaságossági elemzést kell végezni, mivel a túlnyomást állandóan működő kompresszorok szolgáltatják

A szerkezet állékonyságát a belső nyomásból származó húzóerő biztosítja. Ez akkor megfelelő, ha a külső terhek hatására sehol sem keletkezik nyomás a ponyvában, de egyes előírások ettől függetlenül is megkívánhatnak bizonyos minimális értéket a belebegések és nagyobb mozgások elkerülése végett.

A kétirányú húzás biztosítása céljából, az ilyen sátrak általában elliptikus felületként alakíthatóak ki, ami azt jelenti, hogy a két főgörbület minden pontban egyező előjelű. Elképzelhetőek és készülnek azonban olyan összetett felületek is, melyek egyes részei parabolikus, vagy hiperbolikus tulajdonságúak, feltéve, hogy ezeken a területeken is kétirányú húzás ébred a belső túlnyomás hatására. Ilyen példa a negyed gömbökkel, vagy más megfelelő elliptikus felülettel lezárt félhenger. Ha azonban egy felületnél a belső nyomás hatására valahol nyomóerő ébred, azt nem lehet kiküszöbölni a belső nyomás további növelésével, hanem alakbeli változtatás szükséges.

A sátor megerősítéséhez, vagy érdekesebb forma kialakításához köteleket alkalmazhatunk, amelyek acélsodronyból készülnek. A vonal menti megoszló teher ezeken a helyeken iránytörést idéz elő a szerkezeten.

A belső túlnyomás megőrzése érdekében a bejárat zsiliprendszerű kapuként, vagy forgóajtóként alakítandó ki.



13. ábra. Kötelerősítés nélküli teniszcsarnok külső képe, Szeged [15]



14. ábra. Kötélerősítés nélküli teniszcsarnok belső képe, Szeged [15]

A 13. és 14. ábra egy kötélerősítés nélküli szerkezet belső, illetve külső képét mutatja. Itt a ponyvaanyag nem hőszigetelt és mivel egyrétegű, a terheket közvetlenül viseli. A sátozott tasakba bújtatott feszítőcsöves technikával kapcsolódik az alapozáshoz. Ez azt jelenti, hogy a ponyvaanyag szélét kb. 20 cm széles sávban, visszahajtják és lehegesztik, majd az így képződött tasakba csövet bújtatnak, amit kb. 2 m-enként csavar segítségével az alaptesthez rögzítenek. A középső hengeres felület, valamint a két véglezárás külön készült, kapcsolatukat a felállítás előtt helyszíni – csavaros szorítólapos – illesztéssel oldják meg.



15. ábra. Kötélhálóval erősített légsátor belső tere, Budapest [15]

A 15. ábrán egy kötélhálóval erősített légsátor belső tere látható. A szerkezet három tenispálya téli időszakban történő lefedését biztosítja. Az alaprajz téglalap alakú, a közepén közelítőleg hengeres felület a széleken elliptikus felületként kialakított lezárást kap. A ponyvaborítás itt három rétegű, a felső vízzáró, és az alsó teherhordó réteg között hőszigetelés található. Az állékonysághoz szükséges 0,1-0,4% túlnyomást kompresszor szolgáltatja. A kívánt nyomásérték beállítása a kiáramló levegő mennyiségének szabályozásával történik. A sátor felállítását mérnöki segédlettel végzik. Első lépésben felterítik a ponyvaanyagot és a hálót, melyet az alapozáshoz rögzítenek, ezek után következik a kötélháló kiigazítása, majd végül a sátor felfújása.

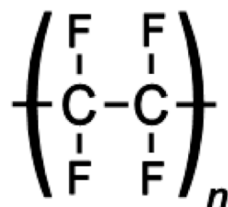
2.5. Teflonbevonatú üvegszál szövetek

A teflonról általában

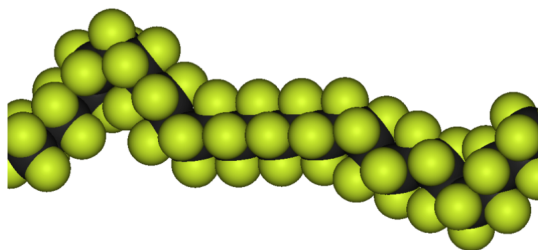
A DuPont szakemberei 1938-ban talán legmerészebb álmaikban sem gondolták, hogy ez a rendkívüli vegyi anyag ekkora karriert fut be, és napjainkra a vegyipar, a gyógyszeripar, a gépipar, az élelmiszeripar – és még sok más szakterület – nélkülözhetetlen anyagává válik.

A Teflon pályafutása 1938. április 6-án kezdődött a DuPont New Jersey-ben lévő laboratóriumában. Itt kísérletezett Dr. Roy J. Plunkett többek között a Freon 22 (CHF₂Cl) márkanévű hűtőgázzal. Később, a II. világháború alatt a DuPont kutatói dolgozták ki a ma is alkalmazott ipari eljárást, ők a Freon 22-ből állították elő 700 °C-on levezetett pirolízissel a tetrafluor-etilént. Ennek nyomás alatt megfagyott mintáját ellenőrizve Plunkett és társai felfedezték, hogy az anyag önmagától polimerizálódott és viaszzerű fehér anyaggá vált. Ezt a minden idők egyik leghasznosabb vegyi anyagát, a poli(tetrafluor-etilén)-t (PTFE) a DuPont TEFLON márkanéven szabadalmaztatta.

A részben kristályos polimer, a PTFE lineáris makromolekulákból épül fel (16. és 17. ábra). Mechanikai szilárdsága, rugalmassága kicsi. Puha, nem karc- és kopásálló. Sűrűdési együtthatója az összes műanyag között a legkisebb. Villamos ellenállása nagy. Hideg- és melegállósága kiváló, –269 és +260 °C között tartósan használható. Az összes műanyag közül a legnehezebben ég. Vegyszerállósága a legjobb, nincs ismert oldószere. Időjárásállósága kitűnő, gázáteresztő képessége nagy. Nem átlátszó, fiziológiailag semleges. Semmiféle anyag nem tapad rá, még magasabb hőmérsékleten sem. A hagyományos műanyag-feldolgozási eljárásokkal nem formázható: sűrűsége 2,3 g/cm³, nagyobb, mint az általánosan használt műanyagoké, az ára pedig jóval meghaladja azokét. [21] [23] [41] [40]

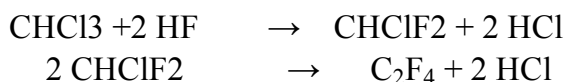


16. ábra. A Teflon molekuláris képlete [46]



17. ábra. A Teflon három dimenziós képe [46]

A Teflon a tetrafluor-etilén gyökös polimerizációjának terméke. Nagy az átlagos molekulatömege, 90 %-ban kristályos szerkezetű és 341 °C-on olvad meg. Érdekes, hogy a megömlesztett, majd kihűtött polimer másodszorra már 327 °C-on olvad. E hőmérséklet felett is stabil, de az ömledéknek olyan nagy a viszkozitása (101,1 Pas 380 °C-on), hogy nem lehet a szokásos módon (extrudálással vagy fröccsöntéssel) feldolgozni. [45]



A szuszpenziós polimerizációs reaktorokból kikerülő különböző alakú, porózus részecskékből álló anyagot szűrik, szárítják és az igényektől függően megőrlik. A tipikus PTFE granulátum 400–800 µm átmérőjű szemcsékből áll. Ebből az örölt anyagból alacsony hőmérsékleten préssel elkészítik a kívánt formát, majd a félkészterméket kemencében szinterezik (380 °C-on, nyomás alatt hosszú ideig hőkezelik). Így áll össze a részecskékből a teret teljesen kitöltő, pórusmentes, szilárd anyag. Ez aztán már a fémiparból ismert forgácsolási eljárásokkal (fúrással, esztergálással, marással stb.) formázható.

A Teflon bevonatok és szálak készítésére vizes diszperzió formájában alkalmas. A nyers diszperziót előbb felületaktív anyagokkal stabilizálják, majd 50–60 % szárazanyag-tartalomig besűritik. A kívánt felületre a legváltozatosabb módokon viszik fel: hajtógázzal ráfúvatják, folyadékkal rákenik, a bevonandó anyagot belemártják vagy elektromos térben, annak hatására alakul ki a bevonat. Vizes diszperzióból Teflonszál is húzható. Ilyenkor a diszperziót egy mátrixképző műanyaggal, például viszkózzal keverik össze.

2.5.1. Teflonbevonatú üvegszálás szövetek konfekcionálása

Felhasználási területüktől függően a Teflon bevonatú üvegszálás szöveteket speciális cérna és varrógép használatával akár varrással is lehetne konfekcionálni, de ez a varrat nem lenne vízzáró. Ezért a legelterjedtebb módszer a termikus hegesztési módszer, ahol a bevonat vastagságától függően 240-380 °C közötti hőmérsékleten hegesztik össze a rétegeket.

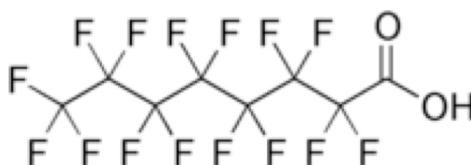
A hegesztésnek több előnye van a varrással szemben:

- teljesen vízhatlan,
- elérhető az alapanyag szakítóerejét is meghaladó varratszilárdság,
- a nagyüzemi gyártás körülményei között termelékenyebb lehet, mint a varrás.

A hegesztett varratnak minden esetben el kell érnie a szövet szakítószilárdságának legalább 80 %-át. Ezt az értéket erősebb ponyvánál a felhasználási terület függvényében 40, 60 vagy 80 mm széles hegesztett varrattal lehet elérni.

2.5.2. A teflon bevonatú üvegszálás szövetek hegesztésével járó veszélyek

A Teflon bevonat perfluor-oktánsavat (PFOA) tartalmaz, és ez a vegyi anyag a kutatók szerint „valószínűleg rákkeltő”.



18. ábra. A perfluoroktánsav képlete

A gyártók perfluor-oktánsavat használnak adalékanyagként a teflon bevonat készítésekor, és nyilatkozatuk alapján ez az anyag nem jelenik meg a késztermékben.

A perfluor-oktánsavat tulajdonságai alapján az ún. POP anyagok közé sorolják. (Ez az elnevezés az angol persistent organic pollutants, azaz lassan lebomló szerves szennyezők kifejezésből származik.) Ezekre az anyagokra jellemző, hogy a környezetben és az élőlényekben csak nagyon lassan bomlanak le (felezési idejük több év is lehet), könnyen felhalmozódnak az egyes élőlények zsírszövetében és a tápláléklánc tagjaiban feldúsulnak.



19. ábra. Tetraklór-dioxid képlete

A mesterséges vegyi anyagok szervezetbe való megjelenése és elraktározódása komoly kockázatot jelent, mert könnyen átadódhatnak a következő generációnak, illetve a szerves táplálék fogyasztásával további mennyiségek juthatnak szervezetünkbe.

Az EURÓPAI PARLAMENT ÉS TANÁCS több más nemzetközi szervezettel együttműködve (pl.: OECD - Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) veszélyértékelést készített. A vizsgálat során a perfluor-oktánsavat (PFOA) és a perfluoroktán-szulfonátokat (PFOS) a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagnak (POP) minősítette.

Az ipari termelés és az emberi civilizáció fejlődésével egyre több vegyi anyag és mesterséges vegyület kerül a környezetünkbe, de nem csak a környezetünkbe kerülnek ezek az anyagok, hanem előbb vagy utóbb kimutathatók az élőlényekben is. A több generációt is átfogó vizsgálatok kimutatták, hogy a mesterséges vegyületek a kibocsátásuk idejének megfelelő generációban fellelhetők. Szerencsére az egyes veszélyes vegyületek kibocsátásának korlátozása illetve „megszüntetése” szintén nyomon követhető, bár sokkal hosszabb „átfutási idő” szükséges a jelentősebb

koncentráció csökkenéshez. De addig is amíg ezek a vegyületek környezetünkben fellelhetők és táplálékainkat szennyezhetik kivagyunk téve a káros hatásainak.

További problémát jelent, hogy a környezetbe kerülő ilyen típusú vegyi anyagok nagy részétől szinte lehetetlen megszabadulni, és az ártalmatlanításuk gyakorlatilag még megoldhatatlan. Igazán azok az anyagok veszélyesek, amelyek hosszú ideig benn maradnak a biológiai rendszerekben, és így tartósan tudják kifejteni káros hatásukat az élőlényekre.

A nemzetközi egyezményeknek köszönhetően valószínűleg korlátozni fogják a POP anyagok kibocsátási mennyiségét és ennek köszönhetően várhatóan folyamatosan csökkenni fog a környezetben és szervezetünkben fellelhető mennyiségük is.

Azonban folyamatosan jelennek meg olyan anyagok, melyekről kiderül, hogy jellemző rájuk a lassú lebomlás és a bioakkumuláció. Sajnos ezekre az új anyagokra – a tapasztalatok szerint – a hazai és nemzetközi szervek csak viszonylag lassan képesek reagálni.

2002 júliusában készítették egy veszélyértékelést a rendelkezésre álló információk alapján, miszerint a perfluoroktán-szulfonátok (a továbbiakban: PFOS) a környezetben tartósan megmaradó, biológiailag felhalmozódó és az emlős fajokra mérgező anyagok.

Azt is megállapították, hogy a PFOS egészségi és környezeti kockázatait csökkenteni kell. A PFOS vegyületek megfelelnek mindazon kritériumoknak, melyek az igen tartósan megmaradó, biológiailag nagymértékben felhalmozódó, mérgező anyagokat jellemzik. A PFOS-ok képesek a környezetben nagy távolságra szétterjedni és káros hatásokat előidézni.

A PFOA vegyületek gyártásával foglalkozó cégek és vállalatok vállalták, hogy több lépésben fokozatosan csökkentik ezen anyagok előállítását. 2010-ig ígéretük szerint 95 %-kal csökkentik a termelést és 2015-re, pedig teljesen megszüntetik.

A termelés csökkentését és megszüntetését nehezíti, hogy ezeket az anyagokat fel kell váltani, le kell cserélni valamilyen más vegyülettel. Jó ötletnek tűnhet a hasonló szerkezetű, de rövidebb szénláncú rokonvegyületek használata. Ezeknek az anyagoknak a lebomlási sebessége 1-2 nagyságrenddel gyorsabb. De sajnos nem biztos, hogy ez elegendő a nyugalmunkhoz. Lehetséges, hogy ezek az új helyettesítő vegyületek a természetbe kikerülve újra PFOA-vá és PFOS-tá alakulnak.

3. A VIZSGÁLAT TÁRGYAI ÉS MÓDSZEREI

A kutatás első lépéseként természetes szálás anyagokkal foglalkoztam, pamut-pamut, valamint pamut-juta anyagból készült ponyva mintákat vizsgáltam a feldolgozhatóság növelése érdekében. A kutatás célkitűzései a vevői reklamációkon alapuló technológiai és anyagszerkezeti módosítások voltak. A természetes szálásanyagokból készült ponyva termékek konfekcionálása és használatba vétele után jelentkező hibák nem a technológia illetve alapanyag közvetlen tulajdonságain alapult.

Új szövetszerkezetet állítottam össze, miután a Heavytex Rt. Által bevezetett költségcsökkentő szövetszerkezet komoly vevő reklamációkhoz vezetett.

A kutatás második lépésként szintetikus, teflonbevonatú ponyvaanyagokat vizsgáltam saját tervezésű és készítésű kísérleti ponyvahegesztővel (TefloRapid 400), a PFOA keletkezésének igazolására.

3.1. Természetes ponyvaanyagok vizsgálatai

A fonalak feldolgozhatóságához, illetve a belőlük képzett szövetek megfelelő tartósságához bizonyos szilárdságra van szükség. A fonalszilárdság a húzásra mutatott ellenálló képesség. A cérnák szakítóereje a fonalágak (fonalak) finomságától, fonalágak számától, valamint a fonalágak sodratszámától függ. [10] [11]

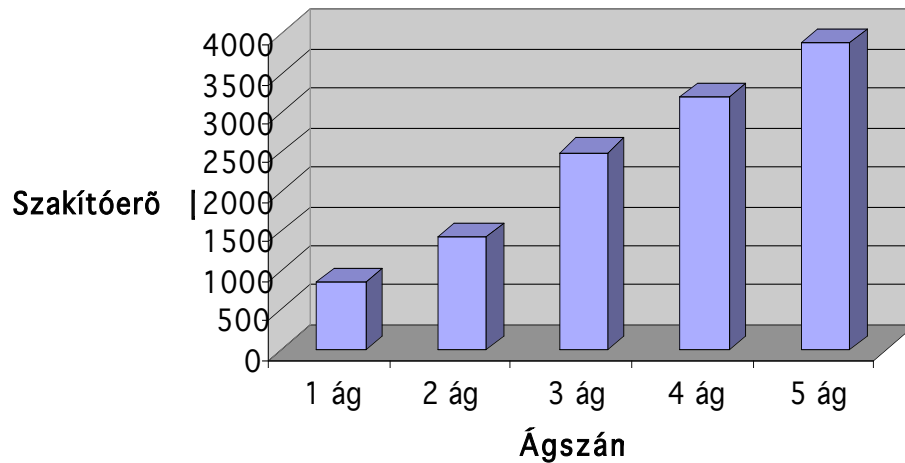
3.1.1. Fonalak lineáris sűrűsége

A fonalak lineáris sűrűségén a fonalak vastagságát értjük. A fonalakat annál finomabbnak mondjuk, minél kisebb az átmérőjük, minél vékonyabbak. Ezért a fonalak (szálásanyagok) finomságának jellemzésére könnyebben meghatározható mérőszámokat alkalmaznak, amelyek összefüggésben vannak a fonalak (szálak) keresztmetszeti területével.

Magyarországon a számozási rendszerek közül a tex és a metrikus finomsági számot használják. A metrikus finomsági szám azt fejezi ki, hogy, hány méter hosszú fonal nyom egy grammot. A tex pedig azt fejezi ki, hogy 1000 méter hosszú fonalnak hány gramm a tömege.

3.1.2. Fonalágszám

A cérna szilárdságát a fonalágszám növelésével tudjuk emelni. Minél több fonalágot sodrunk össze, annál nagyobb cérna szilárdságot érünk el. Az 20. ábra a cérna fonalágszámának és szakítóerejének kapcsolatát mutatja meg.



20. ábra. Az ágszám és a szakítóerő kapcsolata

3.1.3. Sodratszám

Cérna sodratán a cérnát alkotó fonalágak csavarvonalyszerű elhelyezkedését értjük, amelyet a párhuzamosított fonalak egymással való összesodrása eredményez. A sodrás célja egyrészt a fonalban lévő elemi szálak összetartásának és ezzel a fonal, illetve cérna szilársági igénybevétellel szembeni ellenálló képességének biztosítása, illetve fokozása, másrészt a fonal, illetve cérna egyéb tulajdonságainak kialakítása.

3.1.4. Fonal- és cénavizsgálatok

A fonal és cérna szilárdsági jellemzőinek vizsgálatát az MSZ 101/7 szabvány szerint végeztem. [13] [14]

A szakításokat INSTRON 4202 szakítógéppel végeztem klimatizált teremben (relatív légnedvesség : $65 \pm 2\%$, hőmérséklet: 20 ± 2 C).

A sodratszám meghatározását a teljes kisodrásos módszerrel végeztem, ahol a befogási hossz 1 méter volt.

A fonalak és a cérnák finomságát a fonalak és cérnák hosszának és tömegének mérésén alapuló gravimetrikus eljárással végeztem. [53][54]

Az 1. és 2. táblázatokban találhatóak a pamutfonal elvárásai a Heavytex Rt. belső használatra készített gyártási előírások jegyzéke szerint.

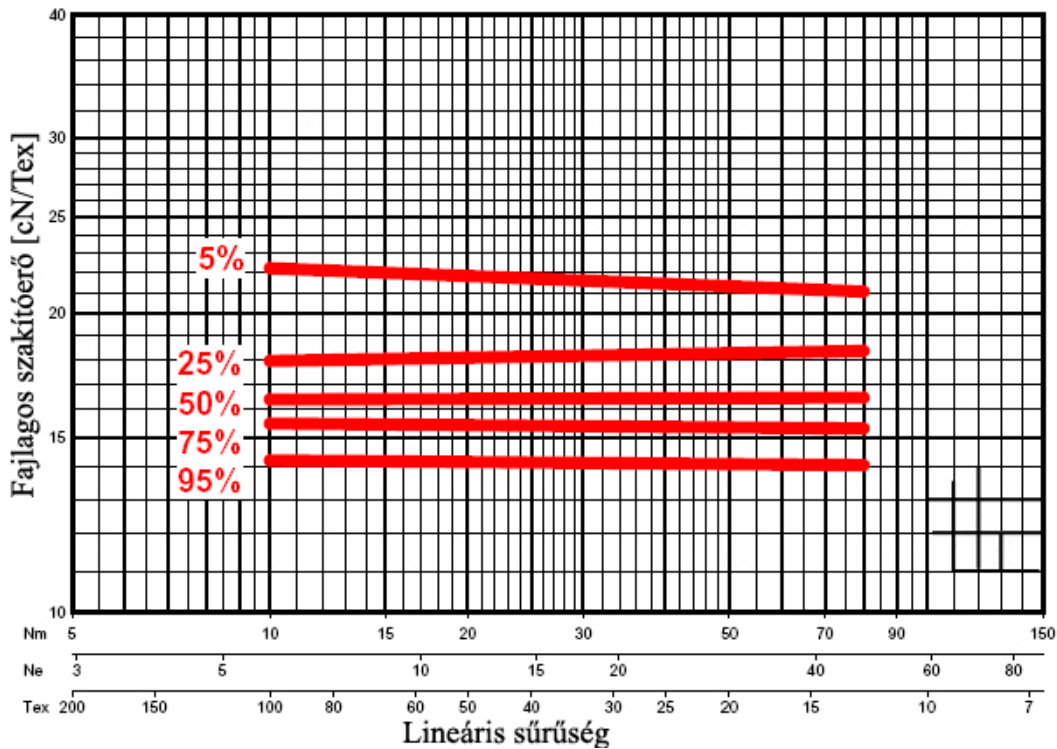
1. Táblázat. A gyűrűs pamutfonal minőségi elvárásai [18]

Nm	Tex	Tex határértékei	CV _{tex} %		Szakítóerő cN		Sodrat s/m	Fajl. Szak. erő cN/tex	
			I.O.	II.O.	I. O.	II. O.		I. O.	II. O.
17	59	57,23-60,77	4.4	5	683	647	565	11.6	11
20	50	48,5-51,5	4.4	5	580	550	610	11.6	11
40	25	24,25-25,75	4.4	5	290	275	920	11.6	11
27	37	35,89-38,11	4.4	5	430	408	720	11.6	11
34	29.5	28,61-30,39	4.4	5	341	323	798	11.6	11
50	20	19,4-20,6	4.4	5	232	220	980	11.6	11
70	14.3	13,97-14,73	4.4	5	154	146	1220	11.6	11
60	16.5	16-17	4.4	5	180	170	1110	11.6	11

2. Táblázat. Az (OE) pamutfonal minőségi elvárásai [18]

Nm	Tex	Tex határértékei	CV _{tex} %		Szakítóerő cN		Sodrat s/m	Fajl. Szak. erő cN/tex	
			I.O.	II.O.	I. O.	II. O.		I. O.	II. O.
17	59	57,23-60,77	3,1	4,4	529	470	661	9	8
20	50	48,5-51,5	3,1	4,4	450	400	737	9	8
40	25	24,25-25,75	3,1	4,4	225	200	1170	9	8
27	37	35,89-38,11	3,1	4,4	333	296	900	9	8
34	29,5	28,61-30,39	3,1	4,4	265	235	1050	9	8
50	20	19,4-20,6	3,1	4,4	180	160	1357	9	8

A fenti adatokat a világstatisztikákkal összehasonlítva, megállapítható, hogy a Heavytex Rt. által bevezetett értékek igen alacsony kategóriába tartoztak, ezért érdemes volt növelni a fajlagos szakítóerőt.



21. ábra. A 100% pamut gyűrűs fonal USTER® statisztikája [52]

3.2. Szövetvizsgálatok

A kísérleti szövetek vizsgálatánál elsősorban az alapanyagot, lánc- és vetülékfonalak nyersanyagát határoztam meg az MSZ ISO 3801:1993 előírásai szerint.

A vizsgálatok során a következő paramétereket határoztam meg :

- területi sűrűség
- vastagság
- fonalsűrűség

- kötésmód

A területi sűrűséget úgy határoztam meg, hogy 10x10 cm² mintát vágtam ki, lemértem a tömegét és azt négyzetméterre vonatkoztattam.

A fonalsűrűség meghatározásánál megsámoltam a 10 cm-re eső fonalak számát mind a lánc- mind a vetülékirányban és így kaptam meg a lánc és a vetülék fonalsűrűségét.

3.2.1. Vízáteresztő képesség vizsgálata

A vízáteresztő képesség a szövetnek az a tulajdonsága, hogy a statikus, vagy dinamikus nyomás alatt felszínét érő vízmennyiség bizonyos részét átengedi. A vízáteresztő képesség vizsgálatot vízoszlop-nyomásmérő készülékkel végeztem. A vízáteresztő képességet a vízoszlopnomással jellemezzük, amelynél a szövet a felületére növekvő nyomással nehezedő vizet kezdi átteresztetni. [11]

3.3. Mesterséges, teflonbevonatú ponyvaanyagok vizsgálatai

A teflonbevonatú üvegszál-kompozit termékek hegesztése során keletkező PFOA sav jelenlétének meghatározását SHIMADZU GC2010 gázkromatográf-tömegspektrofotométer (GC/MS) készülékkel végeztem. A minta a német Verseidag cég B 18039 membrán anyagával végeztem, mivel ezt dolgoztuk fel a munkahelyemen. A különböző hőmérsékleten (300 °C, 340 °C, és 380 °C) hegesztett teflon-ponyva anyagokból 12x7 cm darabokat vágtam ki, amelyek közé átlátszó fluor-etilén- propilén (FEP) filmet tettem, majd ponyvahegesztővel hegesztési varratot készítettem 60 másodperces présidővel. A hegesztett lapokat ezután szétvágtam és mindegyikét fél felületéről éles pengével mintát vettem a műszeres elemzéshez. Ez a porszerű anyag képezte a vizsgálandó mintát, melynek összetételében perfluoroktánsav nyomait kerestem.

3.3.1. GC-MS mérési módszer

A GC-MS módszer gőztér analízises tömegspektrométer detektorral ellátott gázkromatográfia (HS-GC-MS).

Alkalmazott eszköz:

AOC-5000 automata mintabevivő rendszer (gőztér analízis) + Shimadzu QP 2010 tömegspektrométer detektorral ellátott gázkromatográf.

A meghatározott tömegű mintákat 20 ml-es mágneskupakos üvegbe mértem be, majd 140 °C-on 30 percig inkubáltattuk. Ezt követően 150 °C-ra fűtött tűvel 2000 µl térfogatú mintát injektáltunk a GC-re.

A mérés főbb paramétereit (GC):

-injektor hőmérséklet: 250 °C

-kolonna típus: Supelco SLB-5ms (közepes polaritású, 95% dimetil-sziloxán, 5% difenil-sziloxán)

-splitarány: 20

-lineáris áramlási sebesség: 21,8 cm/s

-kolonna hőprogram: 150 °C kezdeti hőmérséklet, majd 10°C/perc sebességgel emelkedés 220 °C-ra, majd hőntartás 8 percig.

MS paraméterek:

-ionforrás hőmérséklet: 200 °C

-interfész hőmérséklet: 250 °C

-mérés SCAN üzemmódban: 46-500 m/z fajlagos tömegtartományban.

A felvételeket a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémia Intézetében végeztem.

3.3.2. Termogravimetriás mérési módszer

A termogravimetriának nevezzük azt a termikus módszert, melynek alkalmazása során a vizsgált minta tömegének változását a hőmérséklet függvényében regisztráljuk. Az eredményként kapott tömegváltozás-hőmérséklet görbe minőségi és mennyiségi információkat szolgáltat a mintában kezdetben jelenlévő, illetve a hőbomlás során keletkező vegyületek összetételéről, termikus stabilitásáról.

Alkalmazott eszköz:

PERKIN ELMER típusú TG-7-es termogravimetriás készülék.

2x3 mm mintát vágtam a vizsgált teflonbevonatú üvegszál szövetből, és azt helyeztük a mintatartóba.

A mérés főbb paraméterei:

- beállított indulási hőmérséklet: 40 °C.
- beállított maximális vizsgálati hőmérséklet 700 °C.
- felhűlési sebesség: 10 fok/perc

A felvételeket a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémia Intézetében végeztem.

4. EREDMÉNYEK

A következő fejezetben foglalom össze kutatásom azon eredményeit, melyet a természetes és mesterséges ponyvaanyagok vizsgálati során tapasztaltam.

4.1. Természetes ponyvaanyagok vizsgálati eredményei

Pamut-pamut, illetve pamut-juta ponyvákat vizsgáltam. A dolgozatban az alábbi rövidítéseket használom:

- Pamut-pamut I. minta: pamut-pamut alapanyagú, régebbi, és a vevők által reklamált ponyva.
- Pamut-pamut II. minta: pamut-pamut alapanyagú, új paraméterekkel szövött minta.
- Pamut-juta I. minta: pamut-juta alapanyagú, régebbi, és a vevők által reklamált ponyva.
- Pamut-juta II. minta: pamut-juta alapanyagú, új paraméterekkel szövött minta.

A fonalak mindegyik minta esetében, nyújtott fonási eljárással és gyűrűs végfonási eljárással készültek

A Heavytex Rt. által bevezetett költségcsökkentő paraméterek a ponyvák készítésekor, csökkentette a szövet szakító szilárdságát, és lazább szövetszerkezetet eredményezett, mind a szilárdsági, mind a vízhatlansági tulajdonságok szempontjából.

Pamut-pamut I. minta szerkezeti elemei és azok jellemzői:

Láncfonal: 29,5x2 tex finomságú pamut cérna,
sodratszám 412 1/m,

Vetülékfonal: 37 tex finomságú pamut fonal,
sodratszám 720 1/m.

Lánc beállítás: 260 1/10 cm.

Vetülék beállítás: 98 1/10 cm.

Pamut-juta I. minta szerkezeti elemei és azok jellemzői:

Láncfonal: 29,5x2 tex finomságú pamut cérna,
sodratszám 412 1/m.

Vetülékfonal: 120 tex finomságú jutafonal,
sodratszám 235 1/m.

Lánc beállítás: 260 1/10 cm.

Vetülék beállítás: 80 1/10 cm.

Pamut-pamut II. minta szerkezeti elemei és azok jellemzői:

Láncfonal: 50x2 tex finomságú pamut cérna,
sodratszám 334 1/m,

Vetülékfonal: 37x5 tex finomságú pamut cérna,
sodratszám 185 1/m.

Lánc beállítás: 280 1/10 cm.

Vetülék beállítás: 102 1/10 cm.

Pamut-juta II. minta szerkezeti elemei és azok jellemzői:

Láncfonal: 50x2 tex finomságú pamut cérna,
sodratszám 334 1/m.

Vetülékfonal: 278 tex finomságú jutafonal,
sodratszám 125 1/m.

Lánc beállítás: 274 1/10 cm.

Vetülék beállítás: 87 1/10 cm.

A vizsgálatok során 30-30 mintát vizsgáltam, mind a módosítás előtti, mind a módosítás utáni ponyvából. Az alábbiakban felsorolt eredmények az átlag értékeket tükrözik.

4.1.1. Szilárdsági vizsgálatok eredményei

A 3. és 4. táblázat tartalmazza a pamut-pamut I., illetve a pamut-pamut II. minták lánc-és vetülékirányú szakításainak eredményeit, valamint a szövetszerkezet egyéb adatait.

3. Táblázat. pamut-pamut I. impregnált minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-pamut I. láncirányú szövet minta	Pamut-pamut I. vetülékirányú szövet minta
Szakítóerő átlaga [N]	1350	829,3
Szakítóerő szórása [N]	33	27,3
Szakadási nyúlás átlaga [%]	22,43	7,13
Lánc beállítás [1/10 cm]	260	260
Vetülék beállítás [1/10 cm]	98	98
Területi sűrűség [g/m ²]	530	530

4. Táblázat. pamut-pamut II. impregnált minta vizsgálati eredményei

	Pamut-pamut II. láncirányú szövet minta	Pamut-pamut II. vetülékirányú szövet minta
Szakítóerő átlaga [N]	1670	1104
Szakítóerő szórása [N]	25	20,2
Szakadási nyúlás [%]	27,1	8,4
Lánc beállítás [1/10 cm]	280	280
Vetülék beállítás [1/10 cm]	102	102
Területi sűrűség [g/m ²]	580	580

Pamut-pamut láncirányú szakítóerő értékelése:

$$\bar{F}_{I,\max} = \bar{x}_I = 1350 \text{ N}$$

$$\bar{F}_{II,\max} = \bar{x}_{II} = 1670 \text{ N}$$

$$s_I = 33 \text{ N} \qquad s_I^2 = 1089 \text{ N}^2$$

$$s_{II} = 25 \text{ N} \qquad s_{II}^2 = 625 \text{ N}^2$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,74$$

$$\text{A számláló szabadságfoka } f_I = n_I - 1 = 29$$

$$\text{A nevező szabadságfoka } f_{II} = n_{II} - 1 = 29$$

$$\text{A Függelék 3. táblázatából } F \cong 1,84 \quad [55], 111 \text{ oldal.}$$

Mivel $F^* < F$, így megállapítható, hogy a szakítóerő szórása a technológiai változással nem változott, és az alábbi képlet (t-próba) használható az átlag szakítóerők összehasonlításához. [55], 77 oldal.

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}}, \text{ ahol } s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}}$$

$$s = \sqrt{\frac{29 \times 1089 + 29 \times 625}{58}} = 29,27$$

$$t^* = \frac{|1350 - 1670|}{29,27 \times \sqrt{0,066}} = 42,34$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valószínű, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-pamut ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 23,7 %-os láncirányú szakítóerő növekedést értünk el.

Pamut-pamut vetülékirányú szakítóerő értékelése:

$$\bar{F}_{I,\max} = \bar{x}_I = 829,3 \text{ N}$$

$$\bar{F}_{II,\max} = \bar{x}_{II} = 1104 \text{ N}$$

$$s_I = 27,3 \text{ N} \qquad s_I^2 = 745,29 \text{ N}$$

$$s_{II} = 20,2 \text{ N} \qquad s_{II}^2 = 408,04 \text{ N}$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,83$$

A számláló szabadságfoka $f_I = n_I - 1 = 29$

A nevező szabadságfoka $f_{II} = n_{II} - 1 = 29$

A Függelék 3. táblázatából $F \cong 1,84$ [55], 111 oldal.

$$F^* < F$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}} = 24,01$$

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} = 44,30$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valóságos, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-pamut ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 33 %-os vetülékirányú szakítóerő növekedést értünk el.

Az 5. és 6. táblázat tartalmazza a pamut-juta I., illetve a pamut-juta II. minták lánc-és vetülékirányú szakításainak eredményeit, valamint a szövetszerkezet egyéb adatait.

5. Táblázat. pamut-juta I. impregnált minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-juta I. láncirányú szövet minta	Pamut-juta I. vetülékirányú szövet minta
Szakítóerő átlaga [N]	1198,3	1437,67
Szakítóerő szórása [N]	49,1	29,5
Szakadási nyúlás átlaga [%]	24,03	2,67
Lánc beállítás [1/10 cm]	260	260
Vetülék beállítás [1/10 cm]	80	80
Területi sűrűség [g/m ²]	554	554

6. Táblázat. pamut-juta II. impregnált minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-juta II. láncirányú szövet minta	Pamut-juta II. vetülékirányú szövet minta
Szakítóerő átlaga [N]	1395,3	1854
Szakítóerő szórása [N]	38	23,3
Szakadási nyúlás [%]	29,03	1,1
Lánc beállítás [1/10 cm]	274	274
Vetülék beállítás [1/10 cm]	87	87
Területi sűrűség [g/m ²]	595	595

Pamut-juta láncirányú szakítóerő értékelése:

$$\bar{F}_{I,\max} = \bar{x}_I = 1198,3 \text{ N}$$

$$\bar{F}_{II,\max} = \bar{x}_{II} = 1395,3 \text{ N}$$

$$s_I = 49,1 \text{ N} \qquad s_I^2 = 2410,1 \text{ N}$$

$$s_{II} = 38 \text{ N} \qquad s_{II}^2 = 1444 \text{ N}$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,66954$$

$$\text{A számláló szabadságfoka } f_I = n_I - 1 = 29$$

$$\text{A nevező szabadságfoka } f_{II} = n_{II} - 1 = 29$$

A Függelék 3. táblázatából $F \cong 1,84$ [55], 111 oldal.

$$F^* < F$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}} = 43,90$$

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} = 17,38$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valóságos, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-juta ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 16,44 %-os láncirányú szakítóerő növekedést értünk el.

Pamut-juta vetülékirányú szakítóerő értékelése:

$$\bar{F}_{I,\max} = \bar{x}_I = 1437,67 \text{ N}$$

$$\bar{F}_{II,\max} = \bar{x}_{II} = 1854 \text{ N}$$

$$s_I = 29,5 \text{ N} \qquad s_I^2 = 870,25 \text{ N}$$

$$s_{II} = 23,3 \text{ N} \qquad s_{II}^2 = 542,89 \text{ N}$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,603$$

$$\text{A számláló szabadságfoka } f_I = n_I - 1 = 29$$

$$\text{A nevező szabadságfoka } f_{II} = n_{II} - 1 = 29$$

A Függelék 3. táblázatából $F \cong 1,84$ [55], 111 oldal.

$$F^* < F$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}} = 26,5814$$

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} = 60,6605$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valóságos, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-juta ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 28,96 %-os vetülékirányú szakítóerő növekedést értünk el.

A fenti eredményeket összesítve megállapítjuk, hogy az új paraméterekkel:

- A pamut-pamut ponyvaszövetek esetében 23,7 %-os láncirányú, és 33 %-os vetülékirányú szakítóerő növekedést értünk el.
- A pamut-juta ponyvaszövetek esetében 16,44 %-os láncirányú, és 28,96 %-os vetülékirányú szakítóerő növekedést értünk el.

4.1.2. Vízáteresztő képesség vizsgálati eredményei

A 7. és 8. táblázat tartalmazza a pamut-pamut I., illetve a pamut-pamut II. minták vízoszlopnymás vizsgálati eredményeit, valamint a szövetszerkezet egyéb adatait.

7. Táblázat. Impregnált pamut-pamut I. minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-pamut I. impregnált minta
Vízoszlopnymás [Pa]	2800
Vízoszlopnymás szórása [Pa]	41
Lánc beállítás [1/10 cm]	260
Vetülék beállítás [1/10 cm]	98
Területi sűrűség [g/m ²]	530

8. Táblázat. Impregnált pamut-pamut II. minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-pamut II. impregnált minta
Vízoszlopnymás [Pa]	4100
Vízoszlopnymás szórása [Pa]	31
Lánc beállítás [1/10 cm]	280
Vetülék beállítás [1/10 cm]	102
Területi sűrűség [g/m ²]	580

Pamut-pamut ponyvaszövetek vízhatlansági vizsgálatának értékelése:

$$\bar{x}_I = 2800 \text{ Pa}$$

$$\bar{x}_{II} = 4100 \text{ Pa}$$

$$s_I = 41 \text{ Pa} \qquad s_I^2 = 1681 \text{ Pa}^2$$

$$s_{II} = 31 \text{ Pa} \qquad s_{II}^2 = 961 \text{ Pa}^2$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,75$$

$$\text{A számláló szabadságfoka } f_I = n_I - 1 = 29$$

$$\text{A nevező szabadságfoka } f_{II} = n_{II} - 1 = 29$$

$$\text{A Függelék 3. táblázatából } F \approx 1,84 \quad [55], 111 \text{ oldal.}$$

$$F^* < F$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}} = 36,35$$

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} = 138,53$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valóságos, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-pamut ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 46,43 %-os vízáteresztő képesség növekedést értünk el.

A 9. és 10. táblázat tartalmazza a pamut-juta I., illetve a pamut-juta II. minták vízszlopnyomás vizsgálati eredményeit, valamint a szövetszerkezet egyéb adatait.

9. Táblázat. Impregnált pamut-juta I. minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-juta I. impregnált minta
Vízszlopnyomás [Pa]	2015
Vízszlopnyomás szórása [Pa]	34
Lánc beállítás [1/10 cm]	260
Vetülék beállítás [1/10 cm]	80
Területi sűrűség [g/m ²]	554

10. Táblázat. Impregnált pamut-juta II. minta vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméter	Pamut-juta II. impregnált minta
Vízszlopnyomás átlaga [Pa]	2900
Vízszlopnyomás szórása [Pa]	28
Lánc beállítás [1/10 cm]	274
Vetülék beállítás [1/10 cm]	87
Területi sűrűség [g/m ²]	595

Pamut-juta ponyvaszövetek vízhatlansági vizsgálatának értékelése:

$$\bar{x}_I = 2015 \text{ Pa}$$

$$\bar{x}_{II} = 2900 \text{ Pa}$$

$$s_I = 34 \text{ Pa} \qquad s_I^2 = 1156 \text{ Pa}^2$$

$$s_{II} = 28 \text{ Pa} \qquad s_{II}^2 = 784 \text{ Pa}^2$$

$$n_I = n_{II} = 30 \text{ mérés}$$

$$s_I > s_{II} \Rightarrow F^* = \frac{s_I^2}{s_{II}^2} = 1,47$$

$$\text{A számláló szabadságfoka } f_I = n_I - 1 = 29$$

A nevező szabadságfoka $f_{II} = n_{II} - 1 = 29$

A Függelék 3. táblázatából $F \approx 1,84$ [55], 111 oldal.

$F^* < F$

$$s = \sqrt{\frac{(n_I - 1)s_I^2 + (n_{II} - 1)s_{II}^2}{n_I + n_{II} - 2}} = 31,14$$

$$t^* = \frac{|\bar{x}_I - \bar{x}_{II}|}{s \times \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} = 110,05$$

A Függelék 1. táblázatából $t_{99} = 2,70$, melyet $f = n_I + n_{II} - 2$ szabadságfoknál olvastam le. [55], 110 oldal.

$t^* > t_{99} \Rightarrow$ a differencia a szakítóerők átlagértéke között valóságos, statisztikailag bizonyított.

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy pamut-pamut ponyvaszövetek esetében, az új szövetszerkezettel 44 %-os vízszlopnymás növekedést értünk el.

A fenti eredményekből megállapítható, hogy:

- A pamut-pamut ponyvaszövetek esetében 46,43 %-os vízszlopnymás növekedést értünk el.
- A pamut-juta ponyvaszövetek esetében 44 %-os vízszlopnymás növekedést értünk el.

4.2. Mesterséges, teflonbevonatú ponyvaanyagok vizsgálati eredményei

Az EPA (Environmental Protection Agency), az USA környezetvédelmi hatósága már 2006-ban szorgalmazta a teflon végtelenítése során használt környezetkárosító anyagok mellőzését a gyártás során. Ennek következtében sok feldolgozóüzem áttelepült Európába, illetve a szegényebb keleti országokba.

A következőkben bemutatott eredmények egyértelműen alátámasztják, hogy a PFOA már alacsony hőmérsékletű hegesztési varratok készítésénél is jelentkezik.

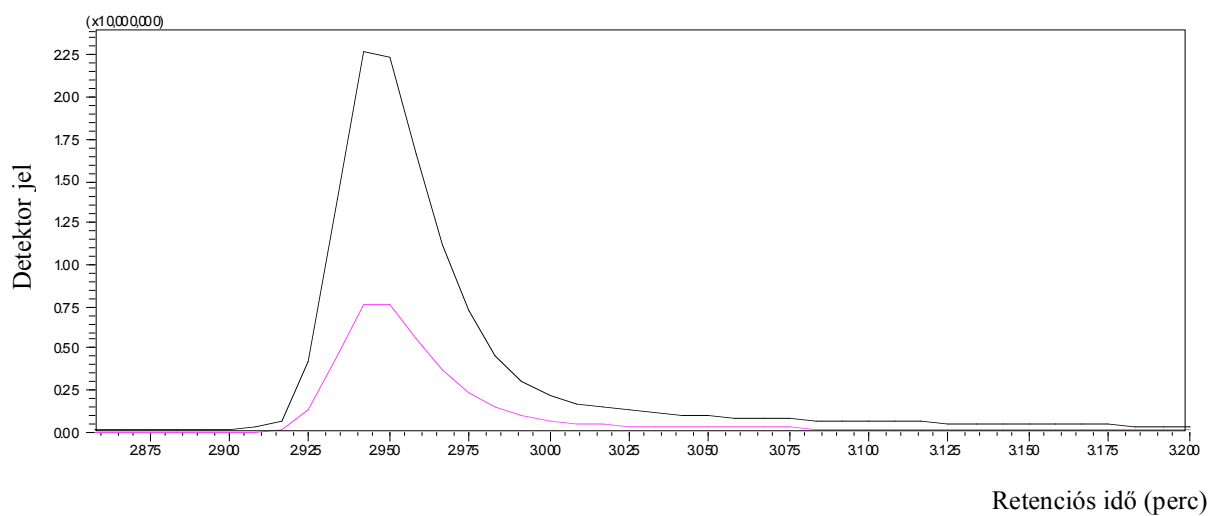
11. Táblázat. A különböző hegesztési hőmérséklethez tartozó bemért tömegek a kromatográfiás méréshez

Hőmérséklet	Bemért mennyiség [g]
300 °C	0,40879
340 °C	0,39521
380 °C	0,39261

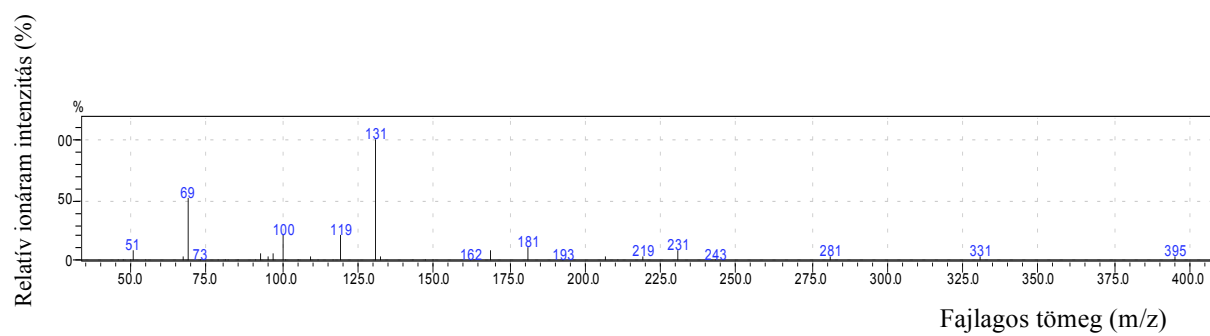
A PFOA standard (*Sigma Aldrich standard vegyület*) kromatográfiás elválasztása alapján kapott csúcs retenciósideje 2,8 perc volt. (22. ábra).

A három kromatogram kiértékelése és a korábbi mérések alapján megállapítható, hogy a 2,8 percnél valóban jelentkezik egy csúcs, amelyből azonban a kromatográfiás csúcshoz tartozó tömegspektrum alapján a szoftver a rendelkezésre álló tömegspektrum könyvtár állományból nem tudta azonosítani a PFOA-t, amelynek oka, hogy az elválasztás nem volt megfelelő, a vizsgált csúcsot egynél több komponens alkotta.

Ennek alapján a standard minta tömegspektrumában a PFOA bázisionjának a fajlagos tömege 131 (m/z) (23. ábra) (A molekulaion fajlagos tömege 414 (m/z), ami nem látható). A vizsgálati minták kromatogramjainak a kérdéses csúcsában található a 131 (m/z) fragmens jele, ami egyértelműen a PFOA jelenlétére utal. (A 131 fajlagos tömegű ion a kromatogramban máshol nem is fordul elő.)

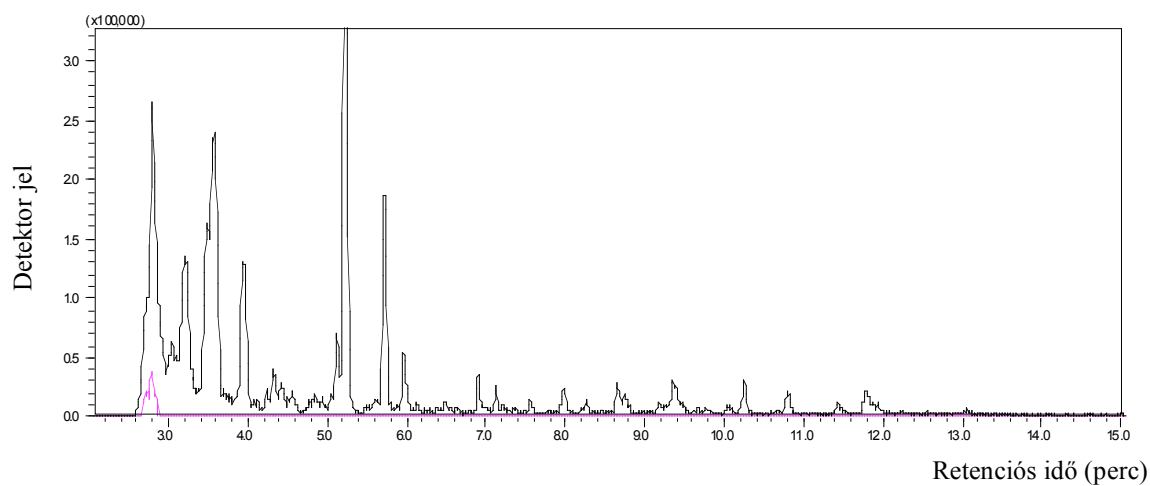


22. **ábra.** Standard PFOA kromatogram (a lila szín a 131 (m/z) fajlagos tömegű bázisont ábrázolja)

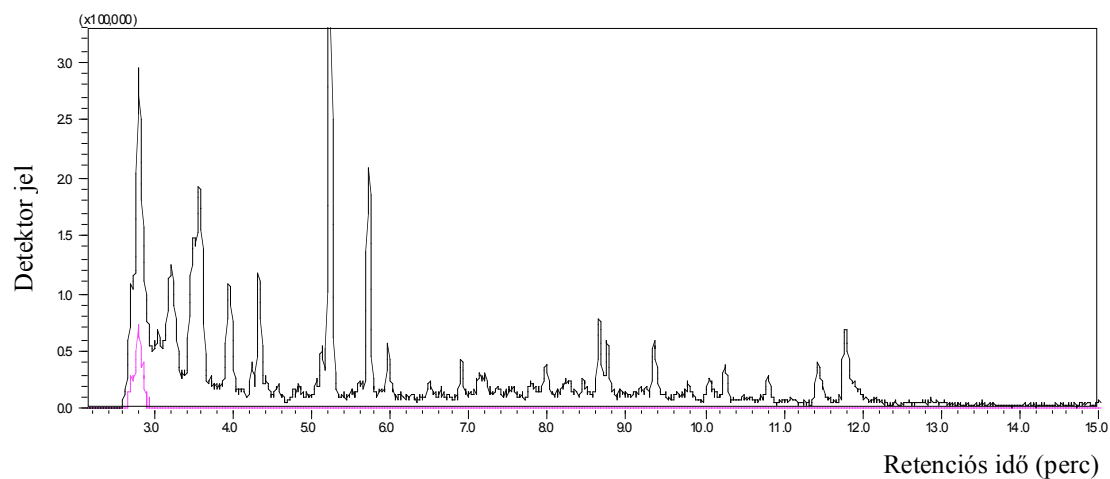


23. **ábra.** A PFOA standard tömegspektruma

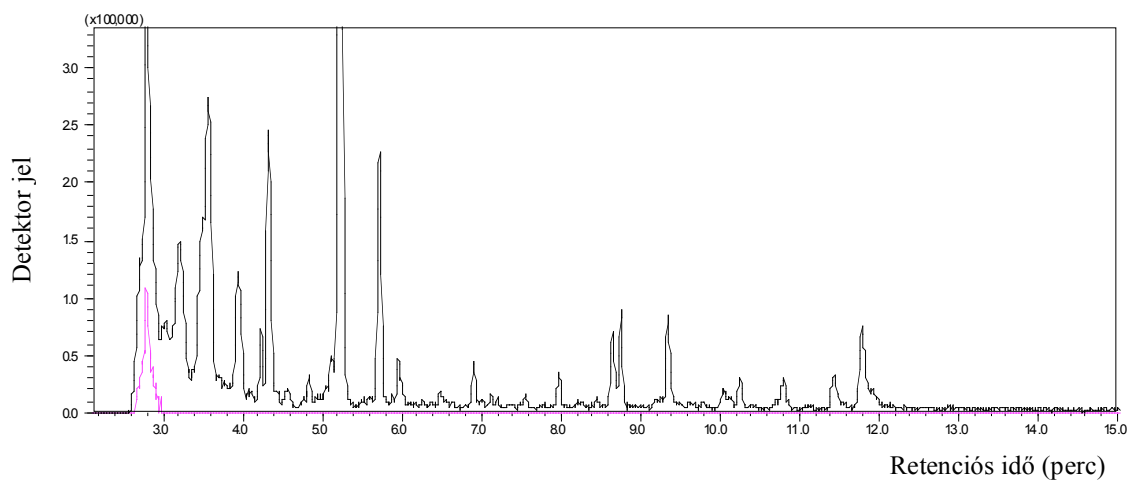
Szelektív ionkövetéssel kiemelhető a 131 (m/z) fajlagos tömegű molekula, mely a lila színű görbére utal a 24., 25. és 26. ábrákon.



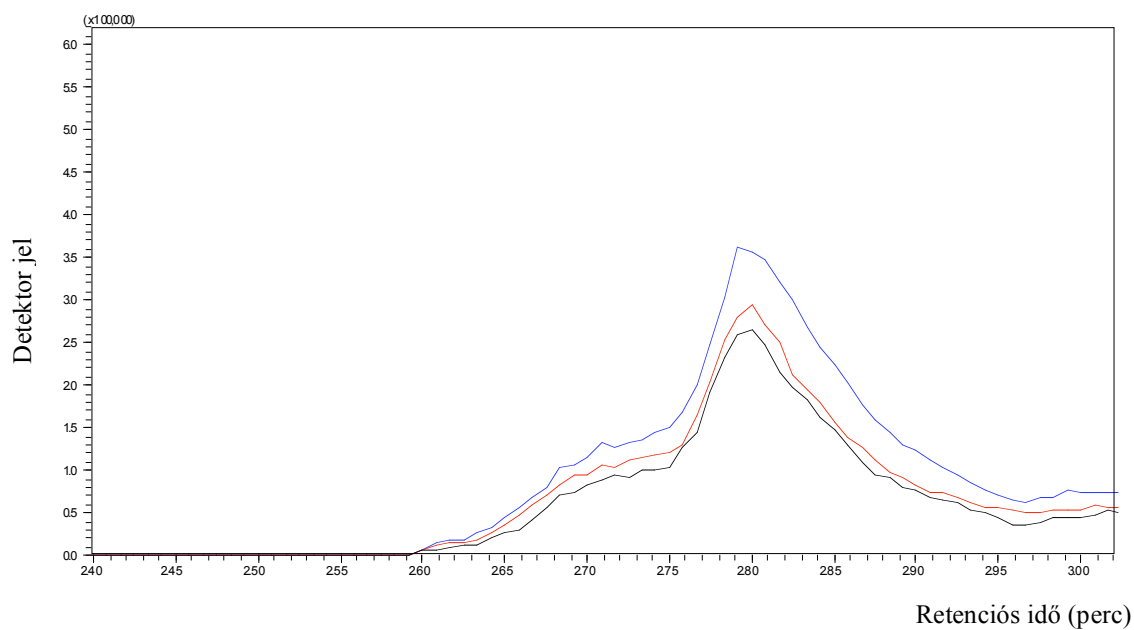
24. ábra. A 300-as minta kromatogramja (a lila színű kromatogram a 131 (m/z) fragmenst ábrázolja)



25. ábra. A 340-es minta kromatogramja (a lila színű kromatogram a (131) m/z fragmenst ábrázolja)



26. ábra. A 380-as minta kromatogramja (a lila színű kromatogram a (131) m/z fragmenst ábrázolja)



27. ábra. A 300-as, a 340-es és a 380-as minták PFOA csúcsai (300 fekete, 340 piros, 380 kék)

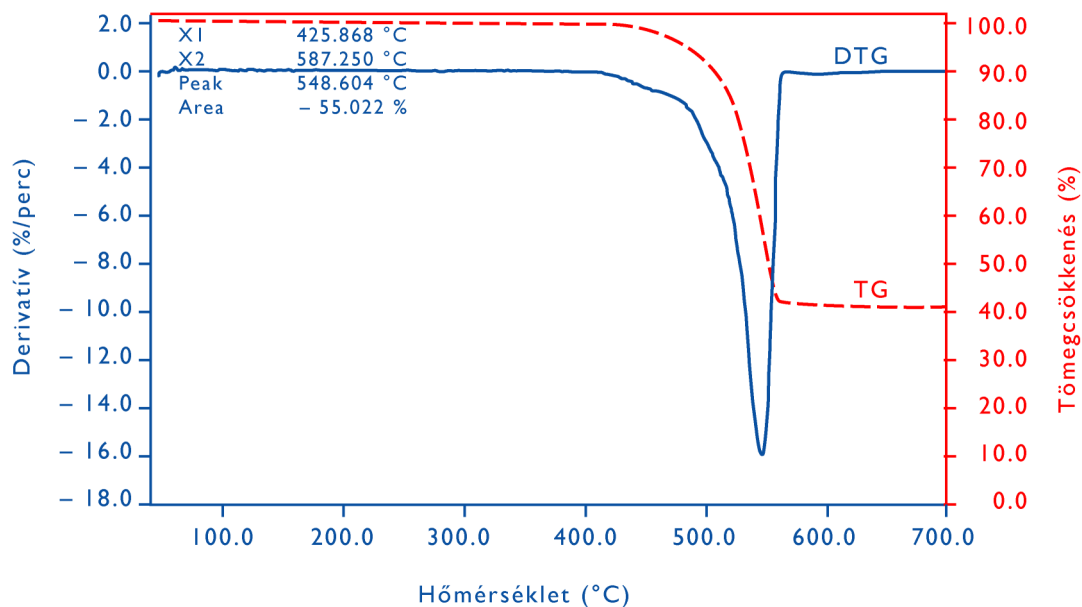
Az alkalmazott gőztér analízis közvetlen mennyiségi meghatározásra nem alkalmas, de az azonos mérési körülmények alapján végzett mérési eredmények megfelelő kromatográfias csúcsterületeinek összevetésével **relatív** mennyiségi összehasonlítást lehet végrehajtani.

Ennek alapján a különböző mintákban a 131 fajlagos tömegű fragmens csúcs alatti területeinek értékei a 12. táblázatban láthatók.

12. Táblázat. A 131 (m/z) fajlagos tömegű molekula gázkromatográfias csúcs alatti területek változása a hegesztési hőmérsékletek emelkedésével

Hőmérséklet	131 (m/z) fajlagos tömegű molekula gázkromatográfias csúcsa alatti terület
300 °C	25961
340 °C	58744
380 °C	75103

A 12. táblázat alapján szemléletesen látható, hogy a hőmérséklet emelésével a keletkező PFOA mennyiség is jelentős mértékben növekszik. A 300 °C-on történt hegesztéshez képest közel 300%-os növekedés figyelhető meg a 80 °C fokos hegesztési hőmérsékletemelkedés mellett.



28. ábra. Teflon bevonatú üvegszálás szövet TG, és DTG görbéje

A 28. ábrán láthatjuk a Teflon bevonatú üvegszálás szövet görbét 10 °C /perc hőmérsékletemelkedés függvényében ábrázolva. A bomlási görbe az irodalmi adatokkal egyezően mutatja a tömegcsökkenés változást a hőmérséklet emelkedésével. [56]

Számos más tanulmánnyal megegyezően a Teflon termikus degradációja során a különböző fluor polimerek bomlása közben a következő mérgező gázok keletkeznek: [57]

- HFP (Hexafluor-propán)
- OFCB (oktánfluor-ciklobután)
- PFIB (perfluor-izobután)
- Szénflorid
- Szén tetrafluorid
- TFA (trifluor-ecetsav)
- Perfluor bután

- HF (hidrofluor sav)
- PFOA
- SiF₄ (szilícium-tetrafluorid)

A termikus bomlás során a TFA és PFOA származékoknak nincs jelentős átalakulási folyamata, de a HFP vegyületek reakcióba lépnek az OH gyökökkel a troposzférában és TFA-vá alakulnak át 100 %-ban. [58]

Az üvegszál erősítésű ponyvaszövet termikus bomlása endoterm folyamatnak tekinthető. A termikus degradáció 400 °C felett indul meg, de ezt követően nagyon hamar, gyorsan bomlik. A PFOA anyagok GC/MS kimutatása során egyértelműen megállapítható, hogy mivel a ponyvaszövetek hegesztése 400 °C alatt történik, a szelektív ionkövetési módszerrel bizonyítottan PFOA származékok távoznak el.

A vonatkozó szakirodalom említést tesz arról, hogy már 202 °C-nál keletkeznek olyan mérgező flór származékok edények hevítésekor, amelyek az élő környezetre mérgező hatással vannak.[59]

Mivel főként gáz halmazállapotú származékokról van szó, a termikus analízis során minimális tömegcsökkenés vehető csak észre, feltéve, hogy a TG műszer érzékenysége folytán detektálhatóak.

A jelen dolgozatban megállapítható, hogy a teflonbevonatú üvegszál szövetekben is kimutatható a mérgező anyagok nagy része, a konfekcionálás során alkalmazott hegesztés termikus hatásának köszönhetően.

5. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A doktori értekezésemben összefoglalt kutatómunkám során a természetes és mesterséges szálanyagok, kompozitok vizsgálataival a következő új tudományos eredményeket értem el:

1. Megállapítottam, hogy a pamut-pamut ponyvakészítés során 2 ágú (50 tex x 2 S 334 finomságú) láncfonal és 5 ágú (37 tex x 5 S 185 finomságú) vetülékfonal felhasználása jobb és tartósabb szövetszerkezetet biztosított, a szilárdsági és vízhatlansági értékek növekedése mellett, a 2 ágú (29,5 tex x 2 S 412 finomságú) láncfonal és az 1 ágú (37 tex S 720 finomságú) vetülékfonal felhasználásával készült szövetnél.
2. Megállapítottam, hogy a pamut-juta ponyvaszöveteknél 2 ágú (50 tex x 2 S 334 finomságú) pamut láncfonal és az 1 ágú (278 tex S 125 finomságú) juta vetülékfonal felhasználása jobb és tartósabb szövetszerkezetet biztosított a szilárdsági, és vízáteresztő értékek növekedése mellett, a 2 ágú (29,5 tex x 2 S 412 finomságú) pamut láncfonal és 1 ágú (120 tex S 235 finomságú) juta vetülékfonal felhasználásával készült szövetnél.
3. Elsőként mutattam ki a perfluoroktánsav jelenlétét a Teflon bevonatú üvegszál szövetekben, miközben a kutatások többsége a Teflon bevonatú edények vizsgálatára irányult.
4. Megállapítottam, hogy a Teflon bevonatú üvegszál szövetek konfekcionálása során a megfelelő hegesztési varrat elérése érdekében a legalacsonyabb szükséges hegesztési hőmérséklet mellett is már keletkezik a perfluoroktánsav.
5. Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a keletkező perfluoroktánsav mennyisége a hegesztési hőmérséklettől függ, magasabb hőmérsékleten több PFOA mennyiség csapódik ki.

6. KONKLÚZIÓ

Manapság, ahogyan a világ számos fejlett országában láthatjuk, a vásznak és az ipari ponyvák építészeti megjelenései egyre gyakoribbak. A funkcionális szerep mellett egyre inkább erőteljesebb hangsúlyt kap az esztétikai megjelenés is. Történelmi hangulatú, de talán nem egyedül csak a keleti országokra jellemző kupolás, sátras épületeket, csarnokokat terveznek és ezeket modern technológiai megoldásokkal alkalmazva, építik meg. A modern technológiák és anyagok azonban nem okozhatnak környezetkárosító hatást, ezzel szemben újabb lehetőségeket, anyagokat, technológiákat kell keresni. Szomorú látni, hogy a fejlett országok környezetre káros technológiáikat elviszik szegényebb országokba, ahol éveken keresztül korlátozások nélkül folytathatják tevékenységüket.

A dolgozatom kutatási eredményei mindkét alapanyagot tekintve ipari alkalmazhatóságot érintett. Alapvető célkitűzésimet az eredményekkel elérhettem, jövőbeni alkalmazhatóságukat tekintve az érintett fórumokon keresztül szeretném terjeszteni, így a teflonbevonatú üvegszálal szövetek konfekcionálásával járó veszélyek ismertetésével remélem sikerült felhívnom a figyelmet a perfluoroktánsav káros jelenlétére a gyártás során és konfekcionált termékben.

Budapest, 2008. június 20.

Ahmad Khuder

A DOLGOZAT TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK:

- 1) Ahmad Khuder
Korszerű ponyvák
Up-to-date tarpaulins
Magyar Textiltechnika (2007/4)., 104-106

- 2) Ahmad Khuder, Oroszlány Gabriella
Ponyvaszövetek előállítása, szerkezeti felépítése
Manufacture and structure of tarpaulin fabrics
Magyar Textiltechnika (2007/5)., 141-142

- 3) Ahmad Khuder, Oroszlány Gabriella
A perfluoroktánsav tulajdonságai
Textilforum (XVIII. évf. 352. szám)., 16

- 4) Ahmad Khuder, Gyovai Ágnes, Oroszlány Gabriella
A ponyvák története és történelmi fejlődése
Textilforum (XVIII. évf. 357. szám)., 18-20

- 5) Ahmad Khuder, Gyovai Ágnes, Oroszlány Gabriella
A Sátor
Magyar Textiltechnika (2008/3-4)., (közlés alatt)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkám számos emberrel való beszélgetés során fejlődött, melyek közül szeretném kiemelni Dr. Erdélyi Józsefet, egykori témavezetőmet a támogatásáért, bátorításáért, és hozzám fűződő személyes kapcsolatáért, melyet fenntartott velem hirtelen bekövetkezett haláláig. Mindig szeretettel fogok emlékezni rá.

A kutatómunka létrejöttében nyújtott segítségéért szeretnék köszönetet mondani mindenek előtt konzulensemnek, Prof. Dr. Winkler Andrásnak, a szüntelenül kritizáló, jobbító észrevételeiért és kérdéseiért, melyek megválaszolása mindig segített előbbre jutnom.

Köszönöm a szakmai kérdések megvitatásában nyújtott segítségét Gyovai Ágnesnek. Továbbá köszönöm Rétfalvi Tamásnak, aki időt és türelmet nem sajnálva vitatta meg velem a GC-MS mérések rejtelseit.

Köszönöm a Fa- és Papíripari Technológiák Intézet Igazgatójának segítségét és a kísérletek elvégzésének lehetőségét. Köszönöm munkatársaimnak a türelmét, akik a munka izgalmai között nem zaklattak napi feladatok elvégzésével, hanem azokat átvállalva segítették munkám.

Köszönöm Dr. Csóka Leventének a felbecsülhetetlen szakmai tanácsait, és a kutatómunkám elkészítésében vállalt legfontosabb és legértékesebb szerepét.

Köszönetet mondok Simon Ferenc művezetőnek a teflon hegesztés modellezésében nyújtott szakmai segítségért.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm feleségem biztatását és kiállítását mellettem a munka elvégzésének teljes ideje alatt, valamint a maximálisan nyújtott segítségét az idegen nyelvű irodalom megszerzésében.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dr. Kollár Lajos, Ponyvaszerkezetek
Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1987.
- [2] Bencze Imre, Műszaki Textíliák
Textilipari Műszaki és Tudományos Egyesület, 1984.
- [3] Kisteleki Mihályné, Textilipari anyagismeret I. , II., III.
KMF jegyzet, 1997.
- [4] Gombolai, J., Sátor és ponyvakészítő gyártásismeret.
Budapest, Ipari Szakmai Továbbképző Intézet, 1982.
- [5] Molnár, I. , Textilalapú műbőrök
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
- [6] Csürös, Z. ,Műanyagok
Tankönyvkiadó, Budapest, 1956.
- [7] Gyimesi János, Textilanyagok fizikai vizsgálata
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [8] Zilahi Márton, Textilipari anyagismeret I.
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.
- [9] Jederán- Tárnoky: Textilipari kézikönyv
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [10] MSZ 407/83 Ponyv- és sátorszövetek
- [11] MSZ EN 20811:1994 Textilkelmék. A vízállóság meghatározás

- [12] MSZ EN 12751:2000 Textíliák. Szálak, fonalak és kelmék mintavétele vizsgálathoz
- [13] MSZ 101/7 Szilárdsági jellemzők vizsgálata
- [14] MSZ 93 Kelmék vizsgálati módszerei
- [15] Graboplan weboldala www.graboplan.hu
- [16] DETAIL folyóirat 2000/6, 13.
- [17] NAIZIL weboldala www.naizil.com
- [18] Heavytex minőségi előírások (belső használatra előírt gyűjtemény) Szeged, Heavytex. 1998.
- [19] Kovács Gy.: Szálerősítéses műanyag kompozit szerkezetek vizsgálata, Diplomamunka, 1998.
- [20] Bor Z. Jang: Advanced Polymer composites, The materials Information Society, 1994.
- [21] Pánczél Mária: Szálerősített Műanyag Kompozitok I-II., OMIKK, Budapest, 1986.
- [22] Lawrence K.: Lighter weight and lower cost with foam-core composites, Material Engineering 4, No., 9, 1987.
- [23] Czikovszky T., Nagy P., Gaál J., A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000, ISBN 963 420 621 2.
- [24] Patberg L., Philipps M., Dittmann R.: Fibre-reinforced composites in the car side structure, Proc. Instn. Mech. Engrs, 1999, Vol. 213.

- [25] Kovács Gy.: Analysis of a Composite Structure, MicroCAD 2000. Konferencia kiadvány, Miskolc, 2000., pp. 81-84.
- [26] Thamm F.: Műanyagok szilárdágtana II. (Műanyag tartószerkezetek), Budapest, 1985, ISBN: 963431496-1.
- [27] Barbero E. J., Introduction to composite materials design, Taylor & Francis, USA, 1999, ISBN: 1-56032-701-4.
- [28] Kovács Gy.: Szálerősítéses műanyag I- és szekrény-szelvényű tartók optimális méretezése, ME TDK dolgozat, Miskolc, 1999.
- [29] Gachter – Müller: Műanyagadalékok zsebkönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989. ISBN: 9631072533.
- [30] Jones R. M.,: Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, 1993.
- [31] Dato M. H., Mechanics of fibrous composites, Elsevier, London, 1991, ISBN 1-85166-600-1.
- [32] Hoskin B.C. Baker A. A. Ed.: Composites for aircraft structures. AIAA Educational Series, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1986.
- [33] Schapery R. A., Journal of Composite Materials, Vol 2, 1986.
- [34] Tsai S. W.: Composites design, Think Composites Co., Dayton, OH, 1991.
- [35] Noor A. K., Burton W. S. & Bert C.W.: Computational models for sandwich panels and shells. Appl. Mech. Rev. 1996.
- [36] Vinson J.R.: Sandwich structures. Appl. Mech. Rec. 2001.
- [37] Zenkert D.: An introduction to sandwich construction, EMAS Publ. W Midlands, UK, 1995.

- [38] Páczélt I.: Végeelem-módszer a mérnöki gyakorlatban, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1999.
- [39] Ahmad S. H., Plecnik J. M.: Transfer of composite technology to design and construction of bridges, US DOT report, 1989.
- [40] J Park, The technology and production of fabrics for automotive industry, Prog. Coloration, 1981.
- [41] ANON, Toray expanding PAN-based carbon fibres, Japan Textile News, 1996 september 107.
- [42] ANON, Technical textiles, Knitting Int., June 1996. 103.
- [43] S KAWABATA and M NIWA, Fabric performance in clothing and clothing manufacture, 1989.
- [44] T MATSUI, Development of polyester fibres for car seats, Dornbirn, September 1993.
- [45] K GRACE, Polymers are crucial for the motor industry to meet its aspirations, 1996 November 26-30
- [46] A R HORROCKS, Flame retardant finishing of textiles. Coloration, 1986, 16 62-101.
- [47] D J Pearson, The finishing of automotive textiles. Dayers Colorists, December 1992 24. 18-25.
- [48] S ANAND Knitted fabrics take the lead in automotive market, Textile Month, 1993 September.
- [49] R F PINZELLI, Use of composites in maritime structures, Techtexil, Frankfurt, May 13-16, 1991, lecture 323.

- [50] E J LOWE, Textiles in railways, Textiles, February 1972 1, 8-11.
- [51] Kimmo Jarvinin felvétele, 2005.
- [52] USTER[®] STATISTICS 2001
- [53] MSZ ISO 3801:1993
Kelmék hossz- és területegységre vonatkoztatott tömegének meghatározása.
- [54] MSZ EN 14704-1:2005
Kelmék rugalmasságának meghatározása. 1. rész. Sávvizsgálatok
- [55] Dr. Vass György: Matematikai statisztika alkalmazása a pamutiparban,
Textilipari könyvtár 38. sz., 1970.
- [56] DUSTIN TRAVIS OBSORNE, The effects of fuel particle size on the reaction of Al/Teflon mixtures, Texas Tech University, May 2006.
- [57] Ellis, DA., Mabury, SA., Martin, JW and Muir, DC. 2001. Thermolysis of fluoropolymers as potential source of halogenated organic acids into the environment. Nature 412(6844): 421-4.
- [58] Machino, M. 2000. Atmospheric chemistry of CF₃CF=CF₂: kinetics and mechanism of its reaction with OH radicals, chlorine atoms, and ozone. J. Phys. Chem. A 104:7255-7260.
- [59] Boucher, M., Ehmler, TJ and Bermudez, AJ. 2000. Polytetrafluoroethylene gas intoxication in broiler chickens. Avian Dis 44(2): 449-53.