



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Polimerek és kompozitok vizsgálata és minősítése

BMEGEPTMG24

Házi feladat

6. csoport

Szuchács Anna

Rezsőfi Aliz

Pandur Péter

2019.04.28.

## Próbatestek

A feladat elvégzéséhez Charpy ütévizsgálathoz és szakítóvizsgálathoz szükséges próbatesteket kell gyártanunk. A vizsgálatok során 4 féle anyagot használunk:

- Rideg hőre lágyuló polimer
- Szívós hőre lágyuló polimer
- UD szénszál erősítésű kompozit prepregből
- [0-90] szénszál erősítésű kompozit prepregből

A feladatunk két részből áll. Az első részfeladat során nagysebességű kamerával figyeltük a törésmeneteleket, mind szakítás, mind pedig Charpy esetén, minden anyaggal 3-3 darabon. A második részfeladat során a különbözően műszerezett és más-más kalapáccsal felszerelt Charpy ütévizsgálatot végeztünk el, amelyhez 5-5 db próbatestet használtunk fel a hőre lágyuló alapanyagból. Így összesen legyártott próbatestek és azok méretei:

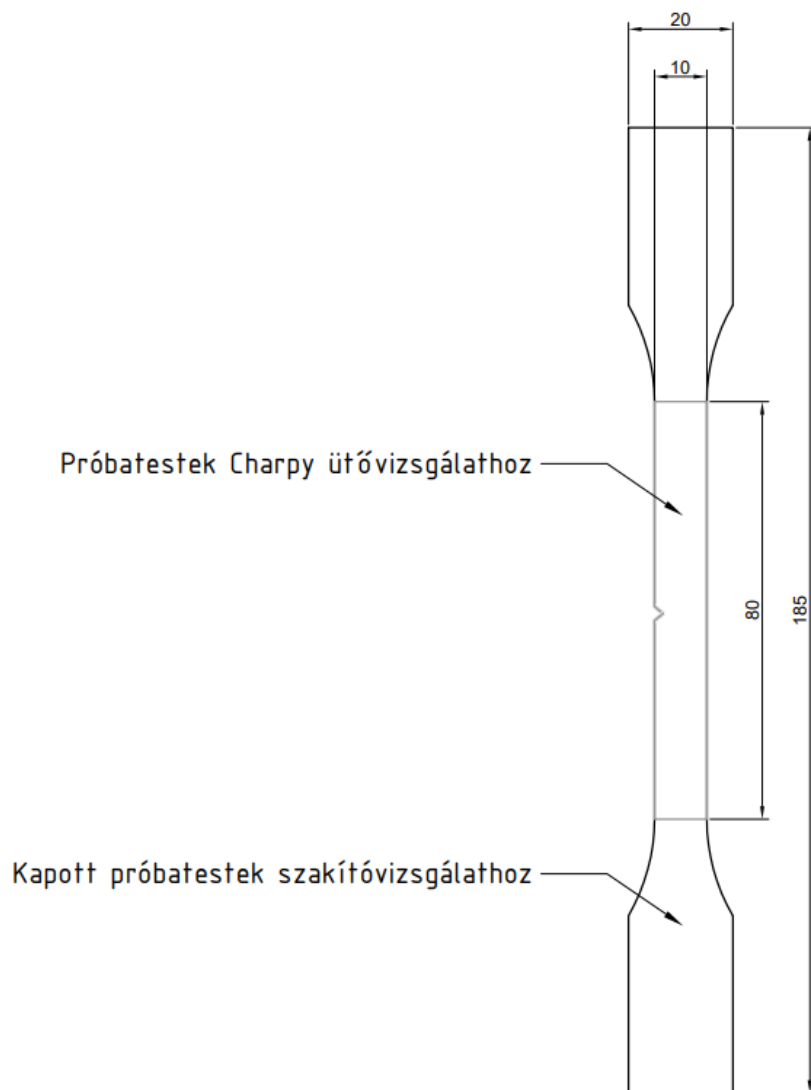
1. táblázat Feladat során felhasznált próbatestek száma és méretei

	Húzóvizsgálat		Charpy ütévizsgálat	
	Darabszám	Méret	Darabszám	Méret
	db	mm	db	mm
Rideg hőre lágyuló polimer	0	kapott	8	80x10x8
Szívós hőre lágyuló polimer	0	kapott	8	80x10x8
UD szénszál erősítésű kompozit prepregből	3	250x10x1	8	30x10x1
[0-90] szénszál erősítésű kompozit prepregből	3	250x25x1	8	30x10x1

A prepregből készült próbatestek 8 rétegből állnak. Az így létrehozott lapok vastagsága kb. 1 mm. UD esetén mindegyik réteg értelemszerűen egy irányba áll. A 0-90-es lap esetén a rétegrend a következő:

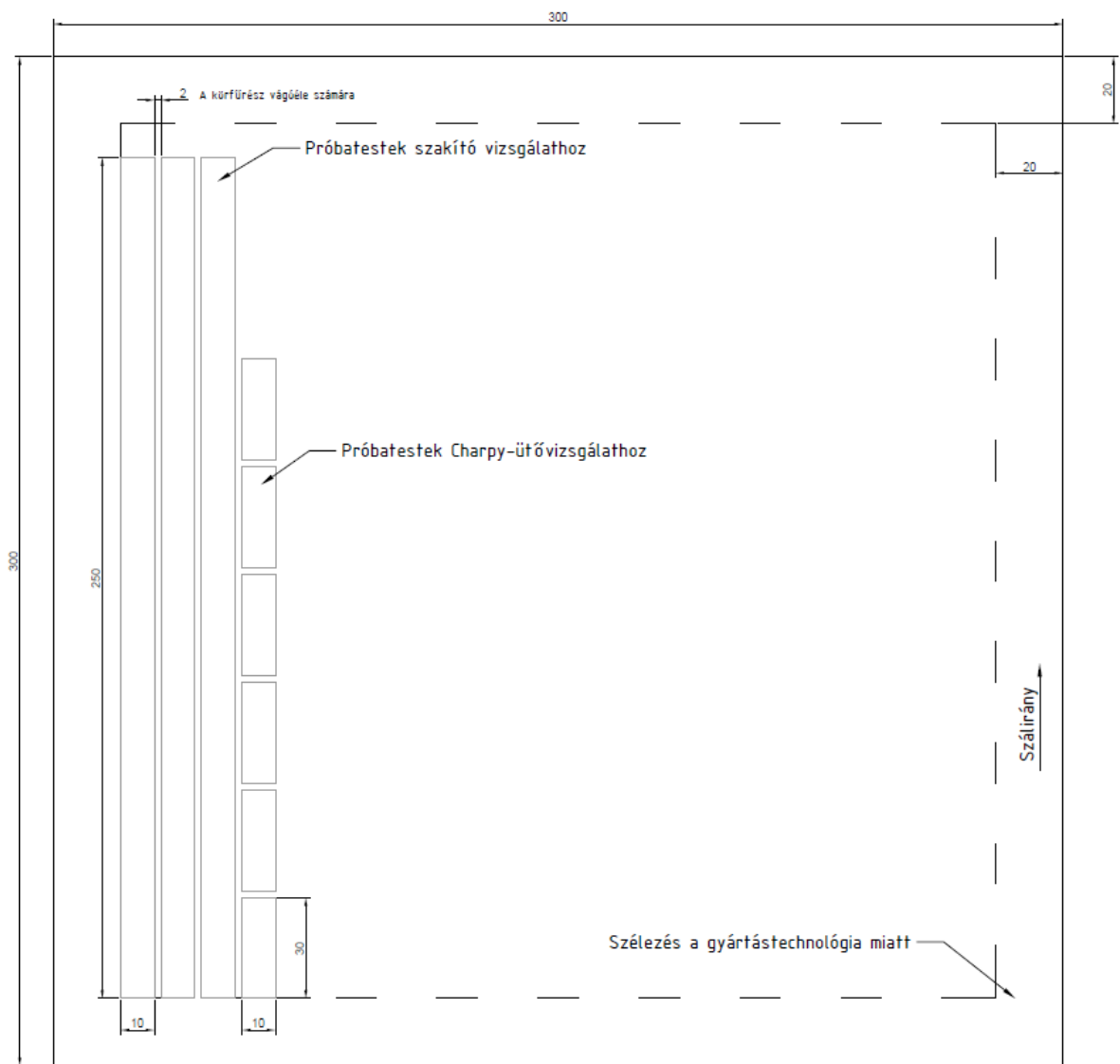
0  
90  
0  
90  
90  
0  
90  
0

Előgyártmányként a hőre lágyuló kompozitokból kész húzó próbatesteket kaptunk, amelyekből kivágtuk a megfelelő méretű és bemetszéssel ellátott Charpy próbatesteket.

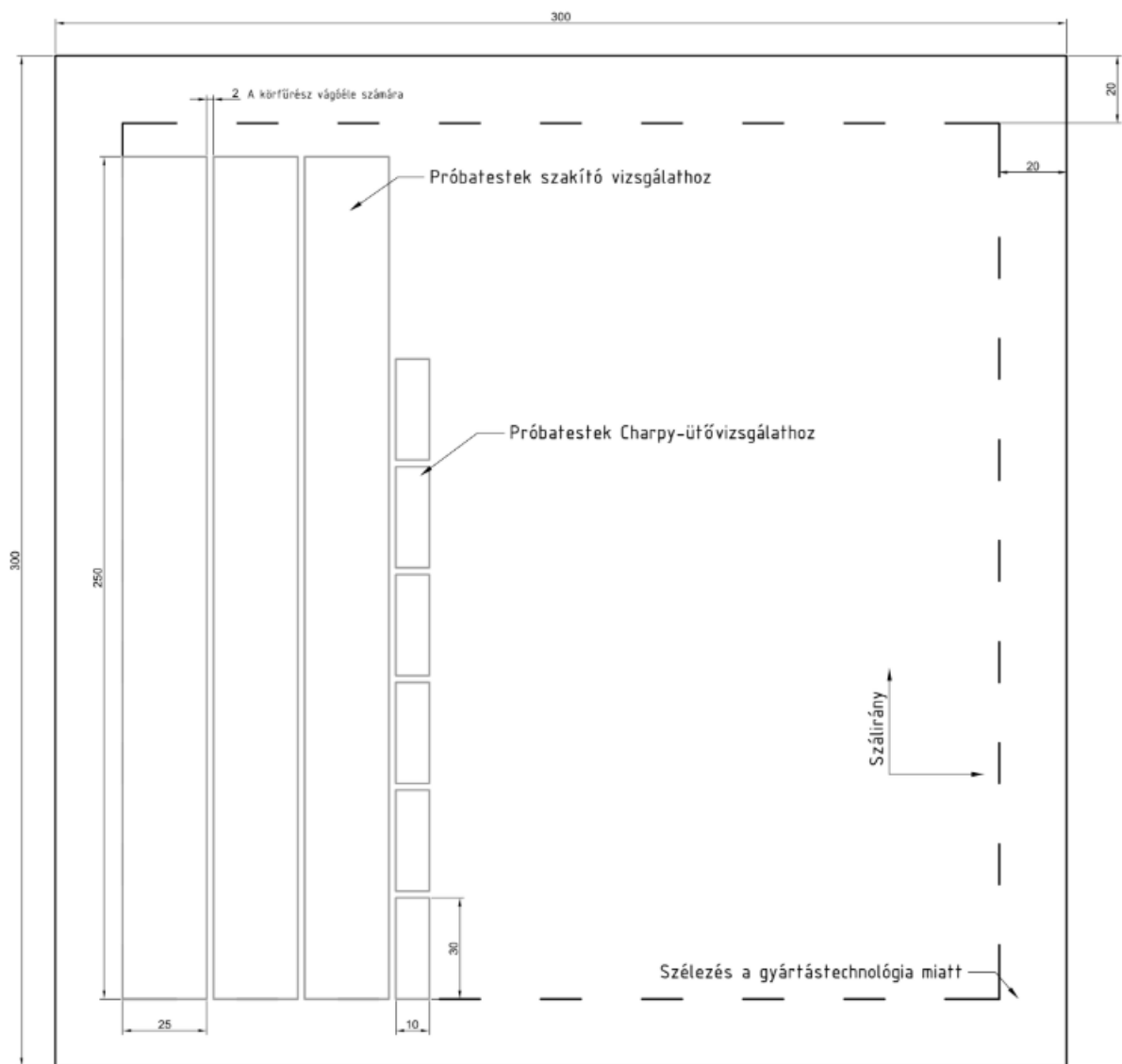


1. ábra Szabásterv hőre lágyuló próbatestekhez

A szénzál erősítésű kompozithoz mindkét esetben egy 300x300 mm-es lapot gyártottunk. Ezt a lapot a gyártás után leszéleztük, tehát minden széléből 20-20 mm vastag sávot vágunk le. Ezután kezdtük el kivágni a próbatesteket az ábrán látható módon:



2. ábra Szabásterv UD szénszál erősítésű próbatestekhez



3. ábra Szabásterv [0-90]-es szénzál erősítésű próbatestekhez

## 1. Charpy-ütővizsgálat

Az ütve hajlító vizsgálat segítségével megállapítható, hogy a vizsgált anyag adott körülmények között hogyan viselkedik dinamikus igénybevétel hatására. A körülményektől függően az anyag viselkedhet szívósan vagy ridegen, azonban ez a szívóság vagy ridegség az anyagnak nem tulajdonsága, hanem állapota.

Feladatunk elkészítése során Charpy ütővizsgálatot végeztünk, a feladathoz kapott PP (polipropilén) és PAGF30 minták esetében, mind műszerezett és műszerezetlenül:

- műszerezetlenül: a kalapács adott magasságból lendül a próbatest magasságába, és az ütközés után elért magasságából számolható a törésre fordított energia (helyzeti energiák különbsége). Jelen mérés során alkalmazott gép azonnal kiírja ezt az értéket, amennyiben a megfelelő kalapács ki van választva.
- műszerezetten: a kalapács végéhez rögzített erőmérő cellán keresztül folyamatos jelként rögzül az ébredő erő az idő függvényében, s ennek integrálja adja a repedés létrehozására ( $E_{max}, J$ ) és repedésterjedésre ( $E_{total}, J$ ) fordított energiát.

A mérés megkezdése előtt a mintákon szabványos  $45^\circ$ , 2 mm mély V bemetszéseket munkáltunk ki egyik oldalukon. A mérés során 2, 15 és 25 J-os kalapáccsal dolgoztunk, műszerezett és műszerezetlen állapotban.

A vizsgálatot az MSZ EN ISO 179-1 szabvány szerint végeztük el a Ceast Resil Impactor Junior típusú ütve hajlító mérőberendezésen  $22^\circ\text{C}$ -os mérőszobában.

Műszerezetlen mérés esetén a maximális erőértékhez tartozó energiát, azaz a kalapács becsapódása előtti és utáni energiájának különbségét kapjuk eredményül. A leolvasott energiaértékeknek csak egy része a próbatest által elnyelt energia, ugyanis ebből az értékből ki kell vonni a szabadesésnél mért energiát (üres járatí veszteséget) és így kapjuk az  $E_c$  korrigált energia értéket:

$$E_c = E_{mért} - E_{üres\ járatí}$$

A korrigált energia értékeket meghatározva már könnyen számítható volt a Charpy-féle ütve hajlító szilárdság:

$$a_{cN} = \frac{E_c}{h \cdot b_N}$$

Ahol:  $h$  a próbatest vastagsága,  $b_N$  pedig a bemetszésnél mért vastagság

A műszerezetlen mérés eredményeit az alábbi táblázatok tartalmazzák:

2. táblázat Műszerezetlen Charpy ütévizsgálat PP és PA GF30 esetén 2J-os kalapáccsal

Charpy-ütővizsgálat 2J-os kalapáccsal						
Próbatest sorszáma	PP Emért [J]	PP E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]	PAGF30 Emért [J]	PAGF30 E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]
I.	0,2	0,157	2,45	0,249	0,206	25,8
II.	0,189	0,15	2,28	0,368	0,325	40,6
III.	0,167	0,124	1,94	0,4	0,357	44,6
IV.	0,152	0,11	1,70	0,265	0,222	27,8
V.	0,143	0,1	1,56	0,324	0,281	35,1
Átlag	0,1702	0,13	1,99	0,3212	0,2782	34,8
Üres járatí veszteség [J]:0,043						

3. táblázat Műszerezetlen Charpy ütévizsgálat PP és PA GF30 esetén 15J-os kalapáccsal

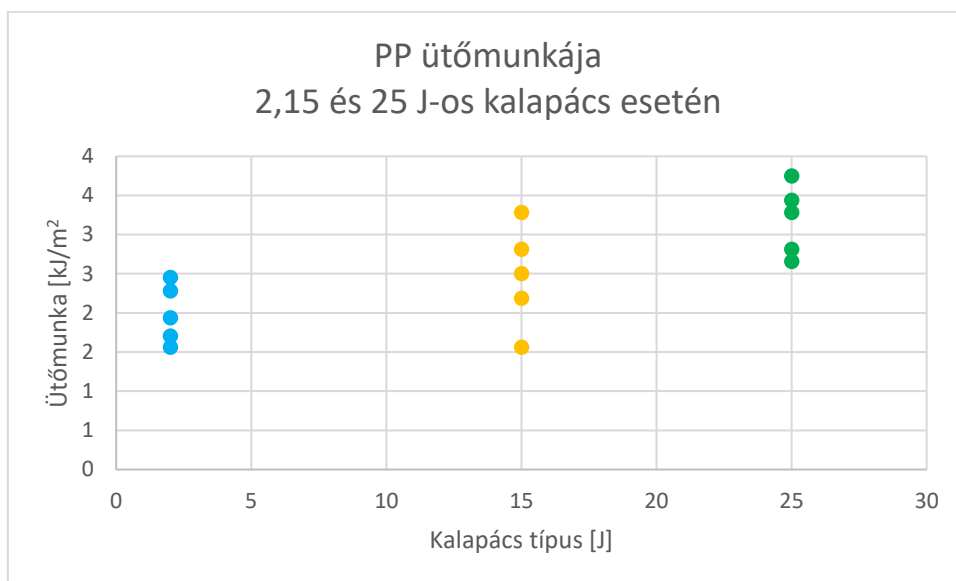
Charpy-ütővizsgálat 15J-os kalapáccsal						
Próbatest sorszáma	PP Emért [J]	PP E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]	PAGF30	PAGF30 E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]
I.	0,35	0,16	2,50	0,52	0,33	41,3
II.	0,29	0,1	1,56	0,48	0,29	36,3
III.	0,37	0,18	2,81	0,53	0,34	42,5
IV.	0,33	0,14	2,19	0,51	0,32	40,0
V.	0,4	0,21	3,28	0,40	0,21	26,3
Átlag	0,348	0,158	2,47	0,49	0,298	37,3
Üres járatí veszteség [J]:0,19						

4. táblázat Műszerezetlen Charpy ütévizsgálat PP és PAGF30 esetén 25J-os kalapáccsal

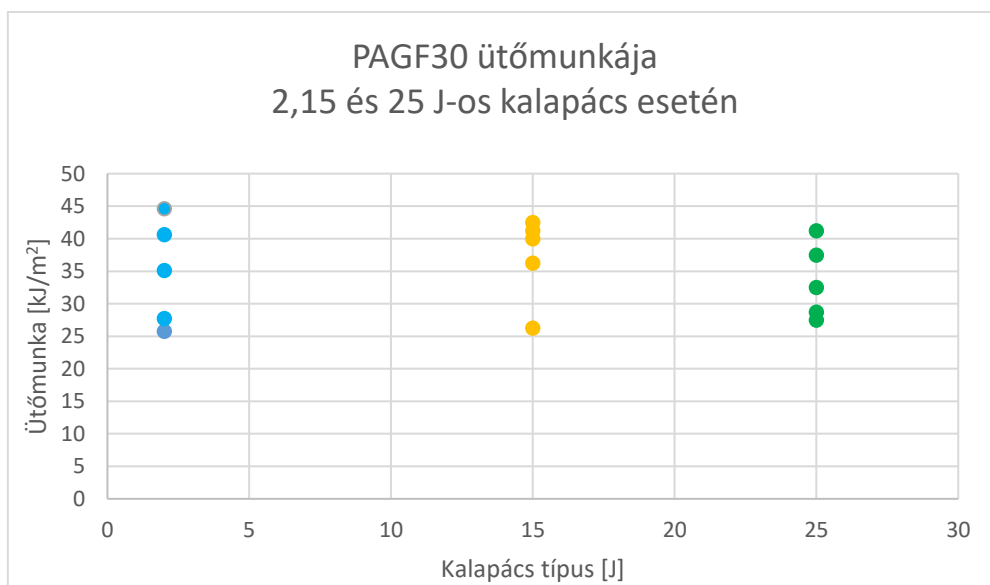
Charpy-ütővizsgálat 25J-os kalapáccsal						
Próbatest sorszáma	PP Emért [J]	PP E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]	PAGF30	PAGF30 E <sub>c</sub> [J]	acN [KJ/m <sup>2</sup> ]
I.	0,55	0,24	3,75	0,57	0,26	32,5
II.	0,49	0,18	2,81	0,64	0,33	41,3
III.	0,48	0,17	2,66	0,53	0,22	27,5
IV.	0,53	0,22	3,44	0,54	0,23	28,8
V.	0,52	0,21	3,28	0,61	0,30	37,5
Átlag	0,514	0,204	3,19	0,58	0,27	33,5
Üres járatí veszteség [J]:0,31						

A mérés során kapott eredményeket az alábbi 1. és 2. diagram szemlélteti:

1. diagram PP minták ütőmunkája 2,15 és 25 J-os kalapács esetén



2. diagram Kompozit minták ütőmunkája 2,15 és 25 J-os kalapács esetén





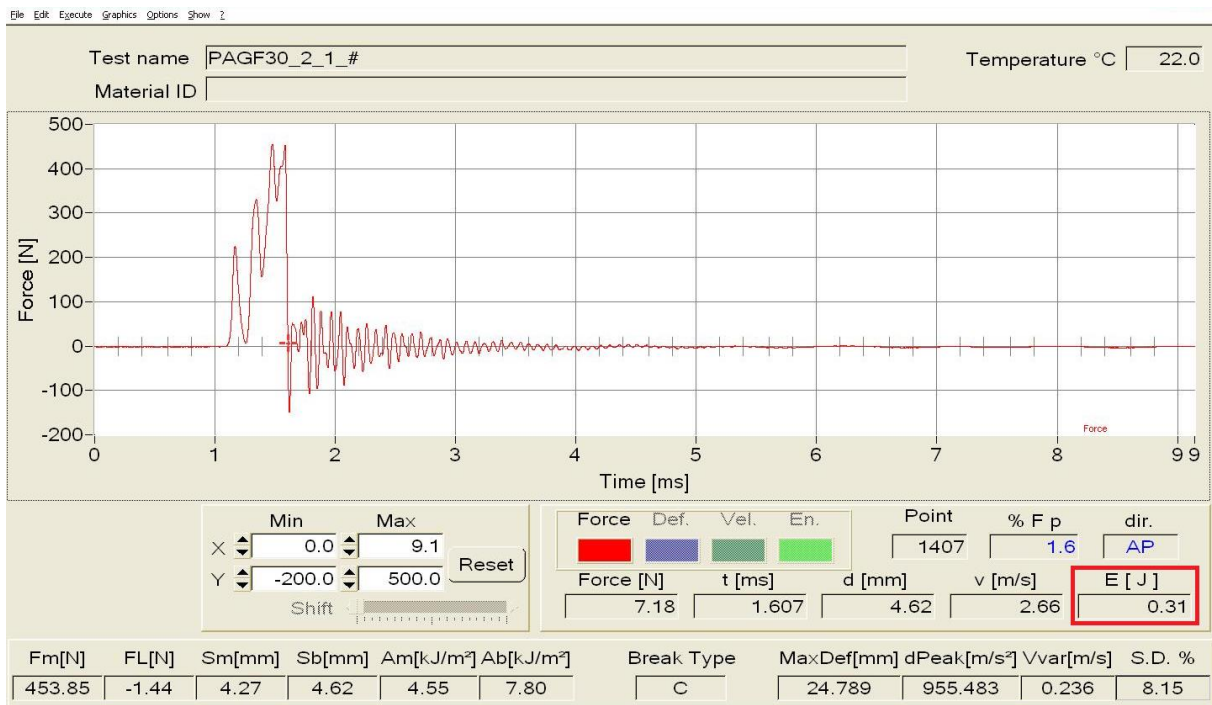
A Charpy-ütővizsgálatokat műszerezetten is elvégeztük, A Ceast Resil Impactor Junior mérőberendezést egy adatgyűjtő berendezéssel (DAS 8000) és egy számítógéppel lehet használni.

Egy mérés adatrögzítésének lépései:

- Ha az erőmérő cella jeleit feldolgozó szoftver készen állt, akkor egy gomb segítségével elengedtük a kalapácsot.
- A gép kiírta az elnyelt energiát.
- A számítógép diagramja kiírta a maximális erőértékig integrált területet,  $E_{max}, J$ .
- Kézzel mozgattuk a kurzort az első nullátmenethez, itt leolvashattuk az addig integrált területet,  $E_{total}, J$ . (4. ábra)

Egy a mérés során kapott jellemző görbét (1. diagram) az alábbi diagram szemlélteti:

4. ábra Kompoziton 2J-os kalapáccsal végzett műszerezett Charpy-ütővizsgálat eredménye



A mérőprogram az ütőmunka értékét a kapott diagram kereszttel jelölt pontjáig, annak görbe alatti területének kiszámításával adja meg, mely jelen esetben 0,31 J értéknek adódott.

5. táblázat PP-n és PAGF30-on 2J-os kalapáccsal végzett műszerezett Charpy-ütővizsgálat eredménye

Charpy-ütővizsgálat 2J-os kalapáccsal		
Próbatest sorszáma	PP $E_{total}[J]$	PAGF30 $E_{total}$
I.	0,31	0,31
II.	0,18	0,33
III.	0,18	0,32
IV.	0,15	0,34
V.*	-	-
Átlag	0,21	0,33

\*A kalapácsot a műszer jelzése előtt indítottuk, így a mérés nem értékelhető

6. táblázat PP-n és PAGF30-on 15J-os kalapáccsal végzett műszerezett Charpy-ütővizsgálat eredménye

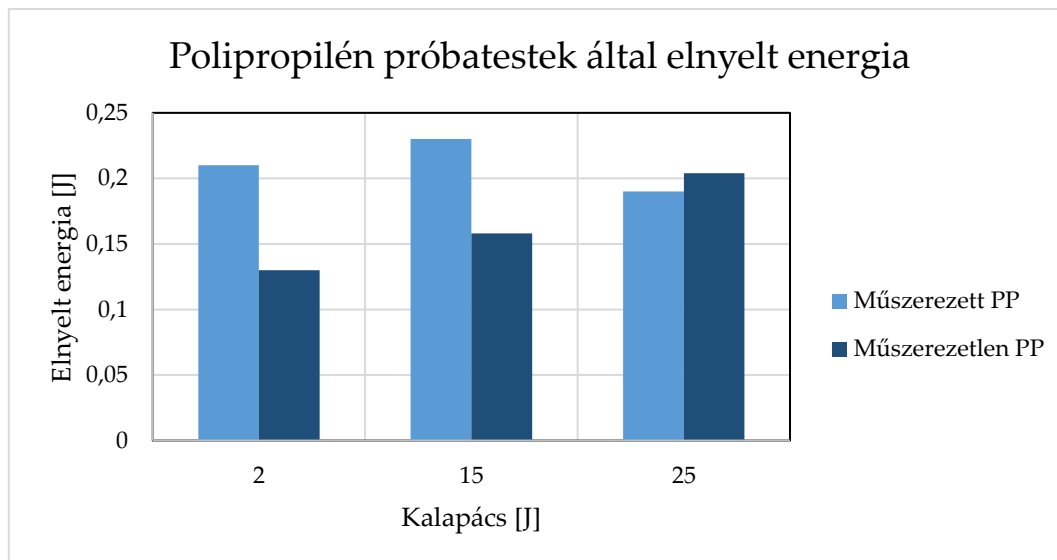
Charpy-ütővizsgálat 15J-os kalapáccsal		
Próbatest sorszáma	PP $E_{total}[J]$	PAGF30 $E_{total} [J]$
I.	0,23	0,43
II.	-	0,26
III.	0,23	0,43
IV.	0,13	0,43
V.	0,32	0,27
Átlag	0,23	0,36

7. táblázat PP-n és PAGF30-on 25J-os kalapáccsal végzett műszerezett Charpy-ütővizsgálat eredménye

Charpy-ütővizsgálat 25J-os kalapáccsal		
Próbatest sorszáma	PP $E_{total}[J]$	PAGF30 $E_{total} [J]$
I.	0,4	0,24
II.	0,12	0,42
III.	0,09	0,29
IV.	0,23	0,31
V.	0,1	0,39
Átlag	0,19	0,33

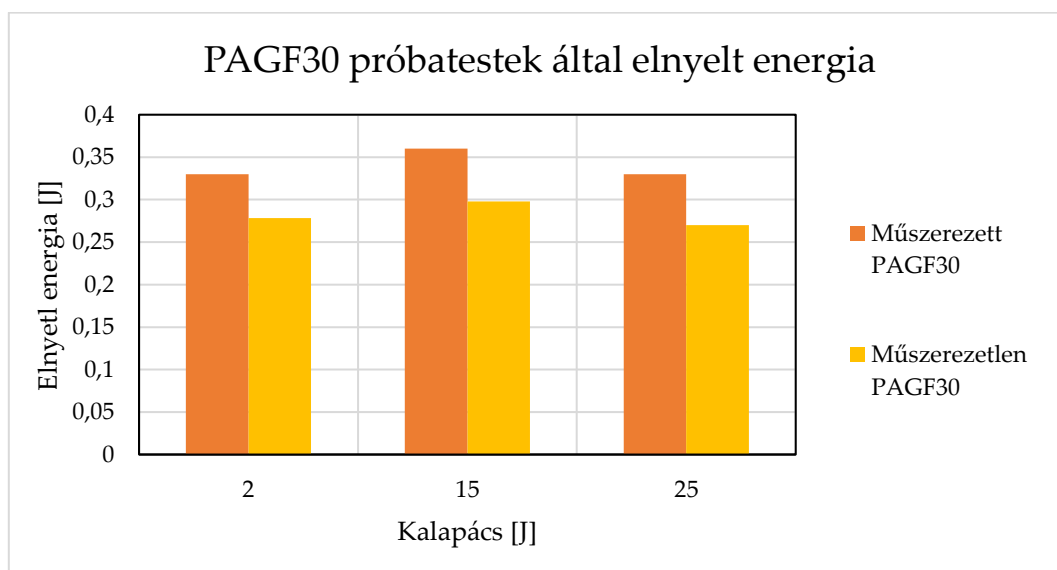
A műszerezett és műszerezett méréssel kapott elnyelt energiamennyiséget az alábbi 3. és 4. diagram szemlélteti:

3. diagram Polipropilén próbatestek által elnyelt energia 2, 15 és 25 J-os kalapáccsal történő mérésnél



A fenti diagramon a polipropilén minták esetében a műszerezett és műszerezetlen mérés közt 2 illetve 15 J-os kalapács esetén jelentős eltérések adódtak, a mérés pontatlanságai miatt. A 25J-os kalapács esetén kisebb különbség figyelhető meg, illetve az, hogy ebben az esetben a műszerezett méréssel kaptunk alacsonyabb elnyelt energia értéket.

4. diagram PAGF30 próbatestek által elnyelt energia 2, 15 és 25 J-os kalapáccsal történő mérésnél



Az üvegszál erősítésű poliamid minták esetén az próbatestek által elnyelt energia a várakozásnak megfelelően nőtt valamint az energiaértékek már kisebb eltérést

mutatnak műszerezett illetve műszerezetlen mérés esetén. Itt minden esetben műszerezett méréssel kaptunk nagyobb elnyelt energiaértéket. A mérési eredmények közti különbség a műszerek és berendezések pontatlanságaiból, illetve a nullátmenet pontatlan kijelöléséből adódhatnak.

A mérési eredmények nagy szórásának oka az általunk egységesnek vélt bemetszés nagyságának különbsége, mely jelentősen befolyásolja a minták keresztmetszetét és ezáltal a kapott energiaértékeket is, így tanulságként levonható, hogy ezek pontos mérete elengedhetetlen a kapott eredmények szempontjából. További hiba forrása lehet emellett a minták inhomogenitása is.