



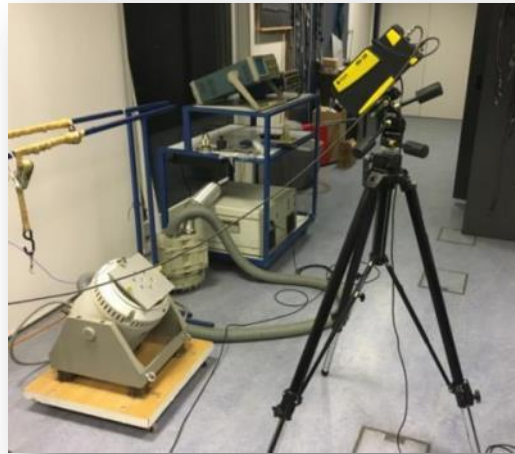
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Akusztikai és Stúdiótechnikai Laboratórium
H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: (36-1) 463-3246
Telefax: (36-1) 463-3266
E-mail: fulop@hit.bme.hu
URL: <http://last.hit.bme.hu>

**PROTEXSAFE – Funkcionális textil termékek és egyéni
védőeszközök kifejlesztése mechanikai, rezgés, termikus kockázat
elleni védelemhez és életminőség javításához**

EUREKA_16 program, BME témaszám: 47093

BME kutatási részjelentés a 2017. évben végzett kutatómunkáról

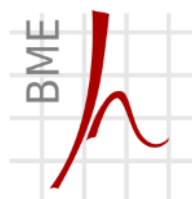


Közreműködött:

Dr. Elek Kálmán
Dr. Gaál József
Győri Jenő

A jelentést összeállította:

Dr. Augusztinovicz Fülöp



Budapest, 2018. január

Ez az oldal szándékolttan áll üresen.

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS	5
2.	REZGÉSSZIGETELŐ KESZTYŰK KIALAKÍTÁSA ÉS A REZGÉSÁTVITEL MEGHATÁROZÁSA	5
2.1.	A REZGÉSÁTVITEL SZÁMÍTÁSA	6
3.	REZGÉSSZIGETELŐ ANYAGOK VIZSGÁLATA.....	9
3.1.	VIZSGÁLATI MÓDSZEREK.....	9
3.2.	VIZSGÁLÓ BERENDEZÉS KIALAKÍTÁSA	9
3.3.	VIZSGÁLT ANYAGOK.....	12
3.4.	A VIZSGÁLATOK MENETE ÉS ÉRTÉKELÉSÉNEK MÓDJA	12
3.5.	VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK	14
3.5.1.	<i>Az első mérésorozat eredményei 3 terhelőlemezzel</i>	<i>14</i>
3.5.2.	<i>A minták nemlinearitásainak vizsgálata.....</i>	<i>15</i>
4.	ÖSSZEFOGLALÁS ÉS A TOVÁBBLÉPÉS LEHETŐSÉGEI.....	18
5.	HIVATKOZÁSOK.....	19
6.	FÉNYKÉPEK.....	20

Ez az oldal szándékolttan áll üresen.

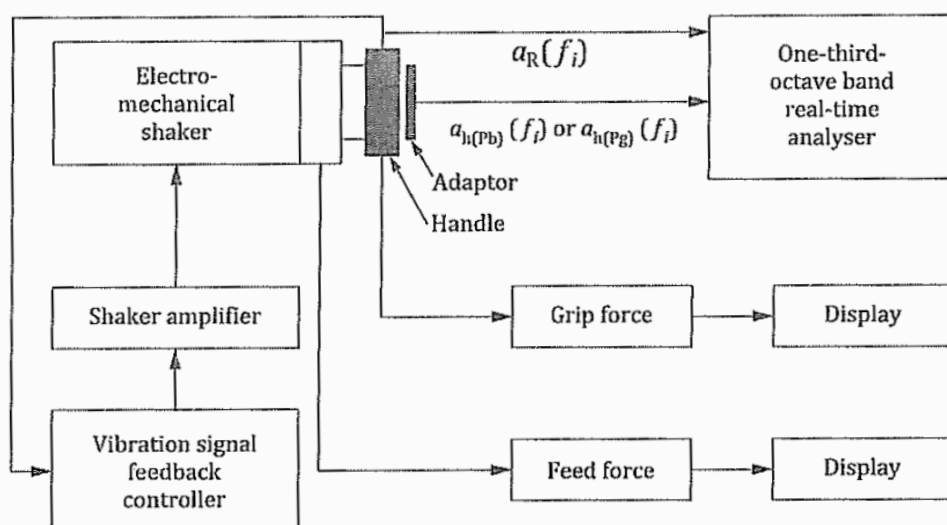
1. BEVEZETÉS

A rezgésszigetelő kesztyűk optimális kialakításához a lehető legnagyobb mértékű rezgésszigetelés biztosítása mellett számos egyéb követelményt is teljesíteni kell. A kutatás első évében a rezgésszigetelési követelmény teljesítéséhez szükséges vizsgáló eszközök biztosítására és megfelelő mérési és vizsgálati módszerek kidolgozására összpontosítottunk. A jelen kutatási részjelentésben összefoglaljuk a rezgésszigetelés legfontosabb fogalmait és elvi alapjait, ismertetjük a rezgésszigetelő anyagok rugalmassági jellemzőinek meghatározására kidolgozott eszközöket és az azokkal szerzett tapasztalatokat, valamint bemutatjuk és értékeljük az eddig beszerzett anyagokon végzett vizsgálatok eredményeit.

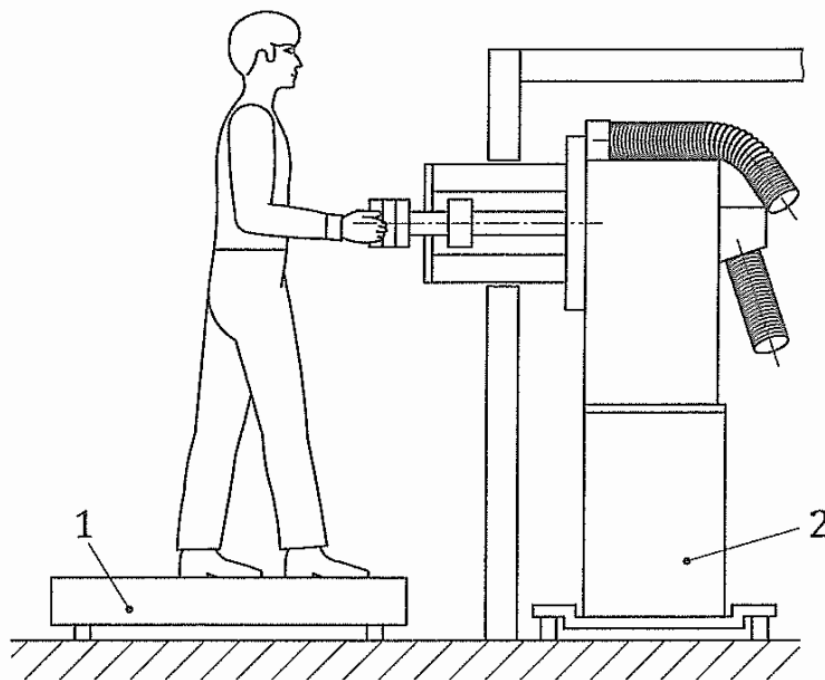
2. REZGÉSSZIGETELŐ KESZTYŰK KIALAKÍTÁSA ÉS A REZGÉSÁTVITEL MEGHATÁROZÁSA

A rezgéscsillapító kesztyű egy olyan egyéni védőeszköz, amely a tenyér és/vagy az ujjak belső oldala felőli oldalon elhelyezett rugalmas betétek révén csillapítja a kézre ható rezgések mértékét. Emellett általában elősegíti a kézfej melegen és szárazon tartását is, ui. a hideg, nedves környezet a megbetegedések szempontjából további kockázati tényező. A rugalmas betétek készülhetnek zselatin, hab, gél töltettel, felfújható légpárnával [1], vagy kellően rugalmas, különleges műszaki textilanyagból is.

A védőkesztyűk rezgésvizsgálatának módszerét az ISO 10819:2013 sz. szabvány írja elő részletesen. Ennek lényege, hogy a kísérletet végző személy egy elektrodinamikus rázóasztal (shaker) által, ismert amplitúdóval rezgetett szabványos fogantyút markol meg, miközben egy megfelelő adapter segítségével méri a kísérleti személy tenyerének rezgését és a két rezgésjel összehasonlításával határozzák meg a kesztyű rezgésátvitelét. A szabványos vizsgáló berendezés bloksémáját az 1. ábra, a berendezés gyakorlati kialakítását a 2. ábra szemlélteti.



1. ábra: Rezgésszigetelő kesztyű rezgésátvitelének mérésére szolgáló berendezés bloksémája



2. ábra: Rezgésszigelő kesztyű rezgésátvitelének mérésére szolgáló berendezés kialakítása [2]

2.1. A rezgésátvitel számítása

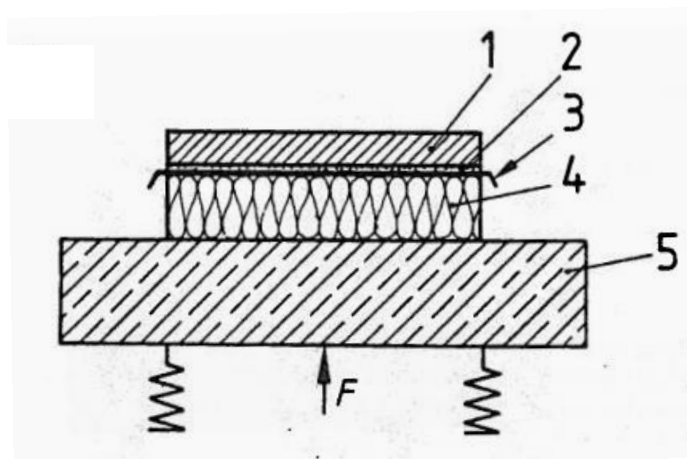
A kesztyűkben alkalmazott rezgésszigelő anyag tulajdonságait – más körülmények között alkalmazott rezgésszigelő anyagok vizsgálatához hasonlóan, ld. pl. [4] és [5] – ugyancsak rázóasztal és egy ellentömeg segítségével vizsgálják [3]. A rugalmas elemet a gerjesztést biztosító alaplemezre téve, efőle pedig egy előírt ellentömeget helyezve egy szabadságfokú rezgőrendszert kapunk (ld. a 3. ábrán), amelynek modelljét a 4. ábra mutatja. Ha az alaplemez – a rajta levő terheléstől függetlenül – mindig v_1 sebességgel rezeg, akkor az m tömegű terhelőlemez v_2 sebességét a

$$v_2 = v_1 \frac{Z_r}{Z_r + j\omega m} = v_1 \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \quad (1)$$

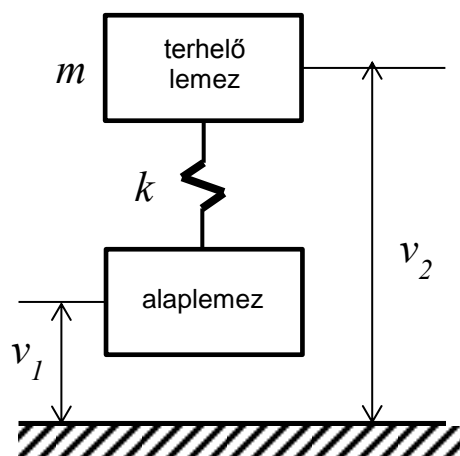
egyenlet írja le, amelyben

Z_r	a mérendő rugalmas elem mechanikai impedanciája,
ω	a körfrekvencia,
j	a komplex egységvektor és az
ω_0	körfrekvencia az m tömeg és az (egyelőre) ideális rugónak tekintett rugalmas elem k merevsége által meghatározott sajátfrekvencia:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$



3. ábra: Rezgésszigetelő anyagok vizsgálatára szolgáló mérési összeállítás [4] alapján.
 1: terhelő lemez, 2: kiegyenlítő réteg és 3: fólia (szükség esetén),
 4: vizsgálandó minta,
 5: alaplemez.

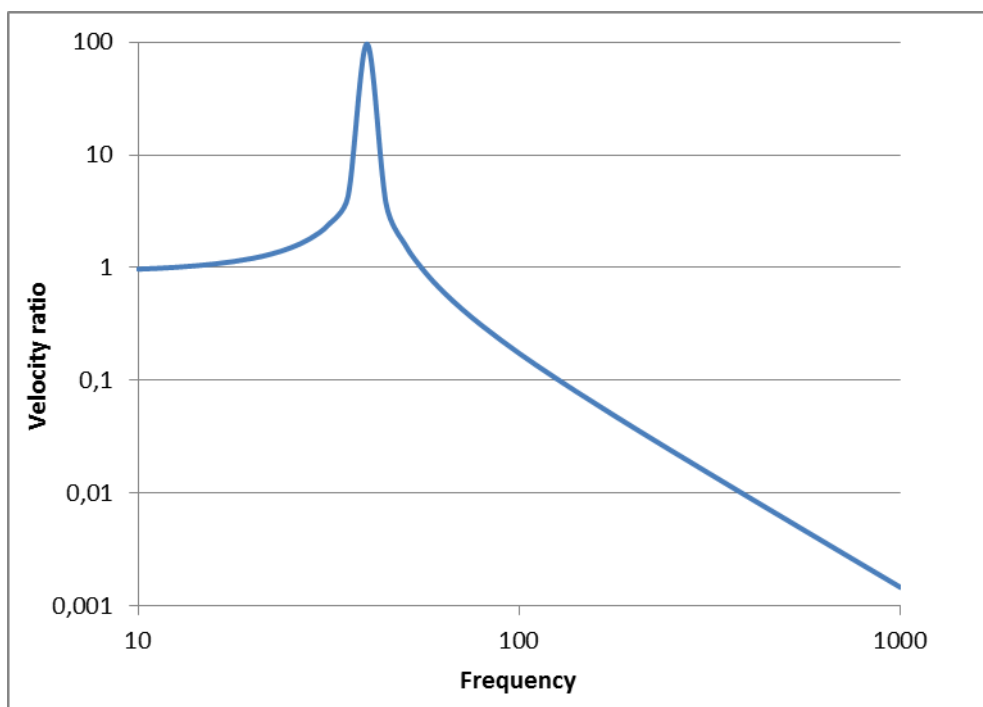


4. ábra: Egy szabadságfokú rezgőrendszer modellje

Az alaplemezről a terhelő lemezre történő rezgésátvitel a modell és az (1) egyenlet alapján szintén könnyen meghatározható:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{Z_r}{Z_r + j\omega m} \quad (3)$$

Adott impedancia mellett ez az egyenlet kisfrekvencián egységnyi rezgésátvitelt, nagyfrekvencián pedig a frekvencia növekedésével egyre csökkenő átvitelt ír le, miközben az ω_0 sajátfrekvencián elvben végtelen, gyakorlatban valamilyen véges csillapítással bíró kiemelés, rezonanciajelenség jön létre. Ha a vizsgálandó anyagminta nagyon merev (nagy az impedanciája), akkor a (3) egyenletben a tömeget képviselő $j\omega m$ tag elhanyagolható és a sebességarány 1-hez közelít, azaz egyáltalán nincs rezgéscsökkentés. A rezgésátvitel frekvenciafüggésének általános alakját a 5. ábra szemlélteti.



5. ábra: A 3. ábrán látható, egy szabadságfokú rezgőrendszer rezgésátvitelének frekvenciafüggése.

A fentieket a védőkesztyűk rezgésszigetelésére vonatkoztatva jól láthatjuk, hogy a rugalmas elemekkel történő rezgéscsökkentés kisfrekvencián hatástalan, sőt a rezonanciafrekvencia környékén nem is csillapítás, hanem erősítés lép fel. Ezen frekvencia fölött azonban rohamosan csökken a rezgésátvitel, azaz egyre javul a rezgésszigetelő hatás. Ez a hatás azonban jelentősen függ a rugalmas elem által megmozgatott szerkezet saját impedanciájától.

A rezgésszigetelő kesztyű valóságos működését közelítő számítás során a (3) egyenlet számlálójában nem az ideális tömeg $j\omega m$ impedanciája jelenik meg, hanem az emberi tenyér számos paramétertől függő impedanciája. Számottevő szigetelő hatást csak akkor kaphatunk, ha a rugalmas elem impedanciája az emberi tenyér mechanikai impedanciájánál is jóval kisebb.

3. REZGÉSSZIGETELŐ ANYAGOK VIZSGÁLATA

3.1. Vizsgálati módszerek

Az m tömeget tartalmazó rezgőrendszer ω_0 sajátfrekvenciájának értékéből a 4. ábra modellje és a (2) egyenlet alapján meghatározható a rugó k merevsége:

$$k = \omega_0^2 m \quad (4)$$

Általánosabb összefüggést kapunk, ha a (3) egyenletből kifejezzük a rugalmas elem impedanciáját:

$$Z_r = \frac{j\omega m}{\frac{v_1}{v_2} - 1} = \frac{j\omega m}{\frac{a_1}{a_2} - 1} \quad (5)$$

Az (5) egyenlet megegyezik a [3] szabvány (1) egyenletével, és a gyakorlatban is könnyen mérhető gyorsulásérzékelők segítségével.

A valóságos rezgéscsökkentő anyagok nem tekinthetők ideális rugóknak, mert a merevség mellett véges tömegük és saját energiacsillapító hatásuk is van. A frekvenciaátvitel görbéje ezért messze nem a 5. ábra szerinti, hanem annál jóval kevésbé kiemelkedő és szélesebben elnyúló lokális maximumokat mutat. Az energiacsillapítás mértékét ezen csúcsok szélességéből számítjuk és a ξ -vel jelzett (általában százalékban kifejezett) csillapítási tényezővel jellemezzük. Minél nagyobb ez a tényező, annál kevésbé tekinthető rugószerűnek a rugalmas anyag, és annál nagyobb az energiaemésztő képessége. A csillapítási tényező számítását a

$$\xi = \frac{1}{2Q} = \frac{1}{2 \frac{\omega_0}{\Delta\omega}} \quad (6)$$

képlet adja meg, ahol

Q a rezgő rendszer jósaági tényezője és
 $\Delta\omega$ a rezonanciagörbe ún. félértékszélessége, ami a maximumhoz képest 3 dB-lel lejjebb képzett metszék Hz-ben kifejezett értéke.

3.2. Vizsgáló berendezés kialakítása

A vizsgáló berendezés alapja egy TIRA 5220 típusú rezgőasztal (shaker), melynek műszaki adatai az alábbiak:

Nennkraft Sinus _{pk} /Rauschen _{RMS} /Schock _{pk} :	1000/650/1300 N
Frequenzbereich:	2 – 6500 Hz
Hauptresonanzfrequenz:	> 4500 Hz
Max. Schwingweg Pk-Pk:	25,4 mm
Max. Beschleunigung Sinus/Rauschen/Schock:	60/40/79 g
Gesamtmasse Schwingerreger:	122 kg
Abmessungen Schwingerreger BxHxT:	396 x 473 x 400 mm
Armaturdurchmesser:	120 mm

Max. Leistungsaufnahme inkl. Gebläse: 3,8 kVA

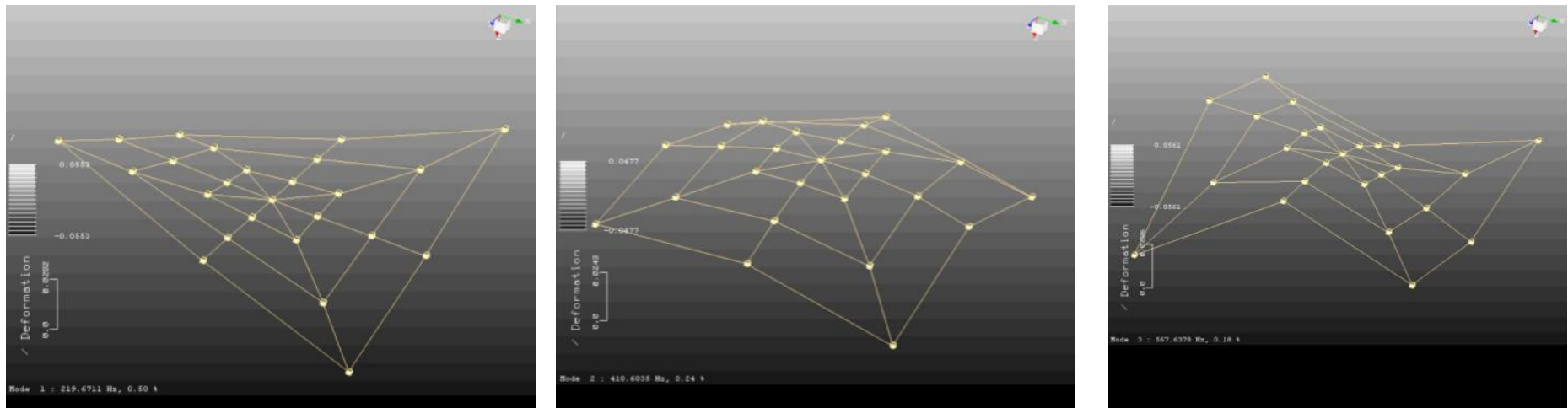
A shaker mozgó fegyverzetére a rendelkezésre álló menetes furatok felhasználásával egy 10 mm vastagságú, 200×200 mm méretű alumínium alaplemezt szereltünk. A vizsgálatok kezdetén nem volt ismert, hogy mekkora tömegű terhelő lemezre van szükség, ahhoz, hogy a vizsgálandó anyagmintákkal együtt kialakuló sajátrezgések könnyen mérhetők és kiértékelhetők legyenek. A terhelő lemezt ezért több, M4-es csavarokkal összefogott, 3 mm vastagságú alumíniumlemezről alakítottuk ki és változó számú lemezből összeállított terhelő lemezzel is végeztünk kísérleteket és méréseket.

Mind az alaplemezt, mind pedig a terhelőlemezt rezgésvizsgálatnak vetettük alá a rezgésvizsgálat értékelését potenciálisan befolyásolni képes sajátrezgések feltárása és jellemzőinek meghatározása érdekében. Az elemzést csakúgy, mint a frekvenciaátviteli méréseket egy 16-csatornás, LMS International gyártmányú mérésadatgyűjtő és jelfeldolgozó rendszer segítségével végeztük.

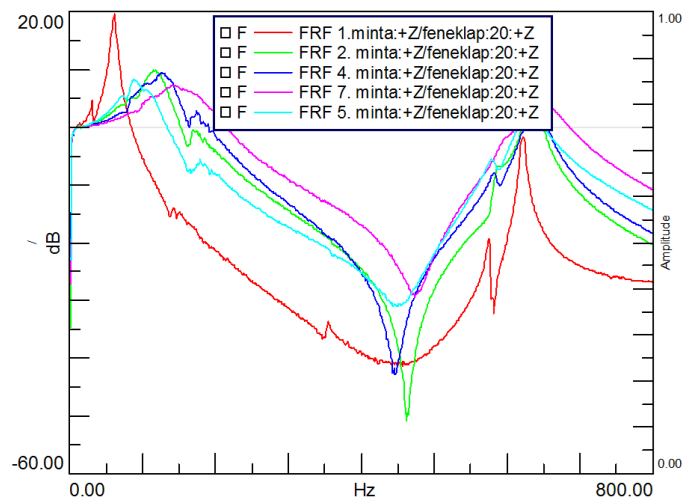
A 13. ábra fényképén egy mérőhálóval ellátott terhelőlemezt mutatunk be, melyen móduselemzést végeztünk a jellemző sajátfrekvenciák meghatározására. A kapott sajátfrekvenciákat az 1. táblázat, három jellegzetes módusalakot a 6.a ábra mutat be. Több terhelőlemez összecsavazott állapotban ezektől eltérő, általában magasabb sajátfrekvenciákkal rendelkezik, azonban az így kialakított terhelőlemez sem tekinthető merev, ideális tömegnek. A mérőrendszer paramétereit ezért úgy kell kialakítani, hogy a keresett és értékelni kívánt ω_0 sajátfrekvencia mindenképpen jelentős mértékben a terhelő lemez sajátfrekvenciái alá essen. Erre mutat példát a 6.b. ábra, amelyen néhány minta frekvenciaátviteli függvényét szélesebb frekvenciasávban is kirajzoltuk. A keresett rezonanciafrekvenciák eltérő, de mind 200 Hz alá esnek, a rugóból és tömegből alkotott rendszer első sajátfrekvenciája viszont minden mérésnél kb. 660 Hz-en jelenik meg, a merevség megállapítását így számottevően nem befolyásolja.

1. táblázat: A 13. ábrán bemutatott terhelőlemez sajátfrekvenciái

Módus sorszám	Sajátfrekvencia, Hz
1	220
2	412
3	576
4	625
5	974
6	1072
7	1146
8	1210



6.a ábra: A 13. ábrán bemutatott, egyrétegű terhelőlemez első három normál módusa



6.b. ábra: Ötféle minta frekvenciaátviteli függvénye, 3-rétegű terhelőlemezzel mérve

3.3. Vizsgált anyagok

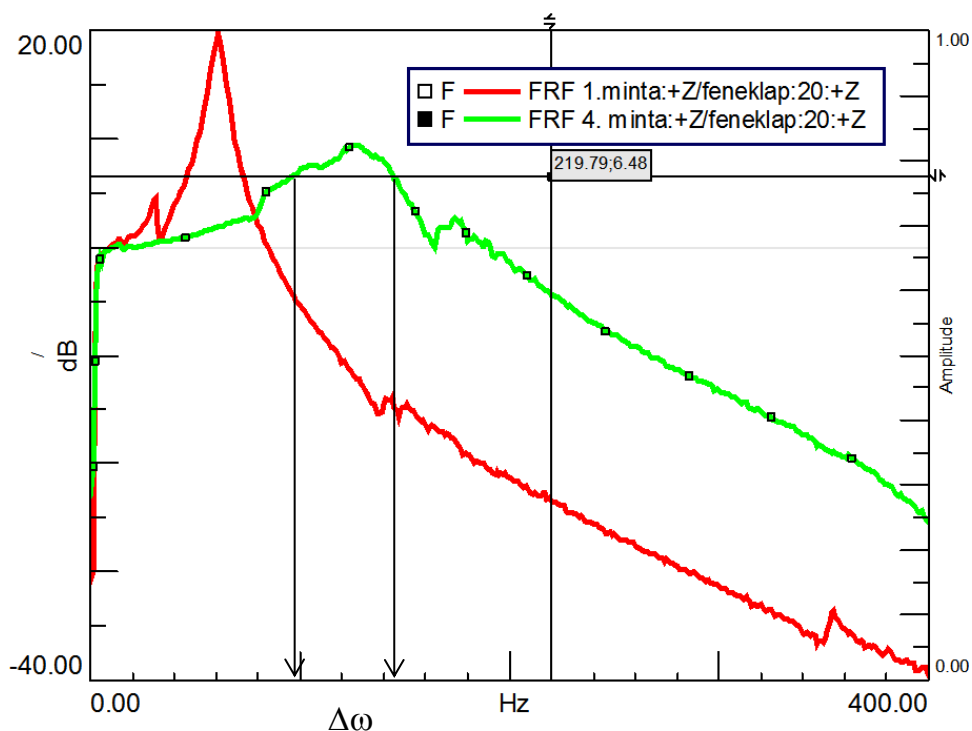
A vizsgált anyagokat a 18. ábra fényképein, főbb jellemzőiket – amennyiben azok ismertek – a 2. táblázatban mutatjuk be. Az 1. - 8. jelű anyagok különböző külső gyártóktól származó minták. A 9. - 11. mintát konzorciumi tagunk, a Glovita Kesztyű Kft. speciálisan a rezgésvizsgálat céljára köttette meg olyan fonalakból, amelyeket a 19. ábrán bemutatott kesztyűk gyártására használnak. Az 1. - 8. minták mérete $17,5 \times 17,5$ cm és 20×20 cm között változott, a 9. – 11. jelű minták teljesen befedték a 20×20 cm méretű terhelőlapot (ld. a 13. és 14. ábrán).

3.4. A vizsgálatok menete és értékelésének módja

Első méréseinket egy darab terhelőlemezzel végeztük. Hamar megállapítható volt, hogy a tömeg-rugó rendszer rezonanciafrekvenciája és a lemez sajátfrekvenciái nem különülnek el megfelelően egymástól, ezért a méréseket 3 lemezzel folytattuk.

Feltételeztük, hogy a textilminták mechanikai tulajdonságai nem függetlenek a terhelőlapok által képviselt statikus terheléstől és esetleg a gerjesztési amplitúdótól sem, ezért a mérésorozatot a későbbiek során minden anyagmintán többféle üzemiállapotban: különböző tömegű terhelőlemezekkel és változó gerjesztési amplitúdóval is elvégeztük. Az alaplap és a terhelőlap rezgés gyorsulásának hányadosát a lemezek elhelyezett OCB gyártmányú, 355M44 típusú gyorsulásérzékelő szolgáltatja gyorsulásjelek frekvenciaátviteli függvényével képeztük. A gerjesztő jelet az LMS mérőrendszer véletlen jelgenerátora szolgáltatja, a gerjesztési amplitúdót a generátor által szolgáltatott feszültség effektív értékével jellemeztük. A mérések a 0 – 1024 Hz frekvenciatartományban, 0,5 Hz-es frekvenciafelbontással történtek.

A kapott frekvenciaátviteli függvények két tipikus, az 1. és a 4. jelű mintánál kapott görbét a 7. ábrán mutatjuk be. A tömeg-rugó rezonanciafrekvenciák értékét és a félértékszélességet az első lokális maximum kiértékelésével határoztuk meg, amelyből merevséget, jósági tényezőt és csillapítási tényezőt számítottunk. Miután az egyes vizsgálati minták nem azonos méretűek, az adott mintákra meghatározott, N/m dimenziójú merevséget fajlagos, 1 m^2 -nyi felületre vonatkoztatott értékben ($\text{N} / \text{m} / \text{m}^2$) is megadjuk. Az eredményeket táblázatosan és diagramokban is közöljük.



7. ábra: Két jellegzetes a_2/a_1 frekvenciaátviteli függvény összehasonlítása.
 Piros görbe: 1. sz. minta, zöld görbe: 4. sz. minta, $m=0,94$ kg.
 A vízszintes kurzorvonal a zöld rezonanciagörbe félértékszélességének meghatározását szemlélteti.

2. sz. táblázat: A vizsgált textilminták azonosítói és főbb jellemzői

Jel	Termék-szám	Minőség	Anyag	Súly	Vastagság
1	385050	eSPACER 410 PES INSULAR 7.5	100% PES	410 g/m ²	7,5 mm
2	385083	eSPACER 340 PES CUTOUT 4.5	100% PES	340 g/m ²	4,5 mm
3	M30208-F8	eSPACER BICOLOR	100% PES	400 g/m ²	5,5 mm
4	385040	eSPACER 390 MICRO MULTIPOL 3.2	100% PES	390 g/m ²	3,2 mm
5	N2721A	SQUARE SPACER	100% PES	285 g/m ²	
6	n.a.	n.a.			
7	n.a.	n.a.			
8	n.a.	n.a.			
9	111553-370				
10	211773-242				
11	116773-064				

3.5. Vizsgálati eredmények

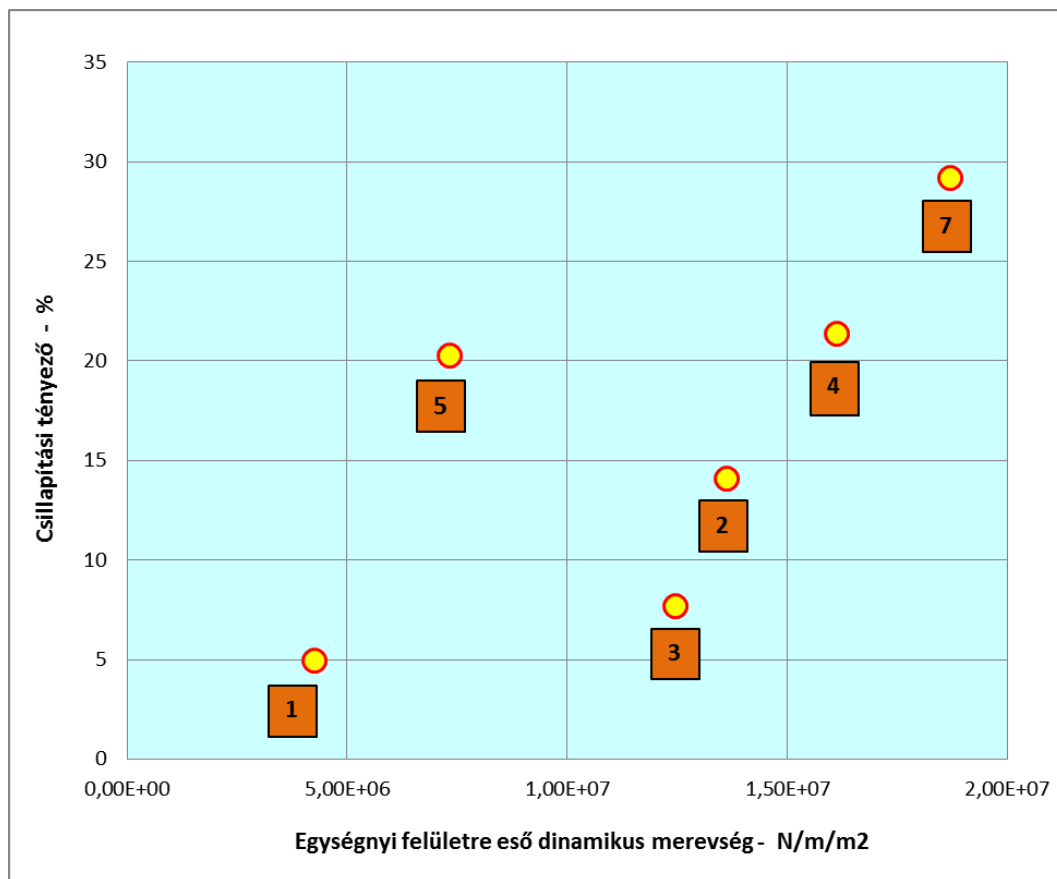
3.5.1. Az első mérésorozat eredményei 3 terhelőlemezzel

Az első, 3 lemezzel (azaz $m = 0,94$ kg mellett) végzett mérésorozat eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze és a kapott adatokat a 8. ábrán is bemutatjuk.

Mint látható, az ideális rugó viselkedéséhez az 1. jelű minta áll a legközelebb: a csillapítási tényező mindössze 5 %, és a merevség is meglehetősen kis értékű. Az 5. minta szintén viszonylag lágy, de nagy csillapítású anyag, míg a 7. jelű minta mind merevségét, mind csillapítását tekintve a legnagyobb paraméter-értékkel rendelkezik. A 2., 3. és 4. minták az említett szélsőértékek közé esnek. A 6. és 8. minta viszont annyira lapos rezonanciagörbét produkált, hogy a csillapítási tényező meghatározása nem volt lehetséges.

3. táblázat: Első mérésorozat 3 terhelőlemezzel

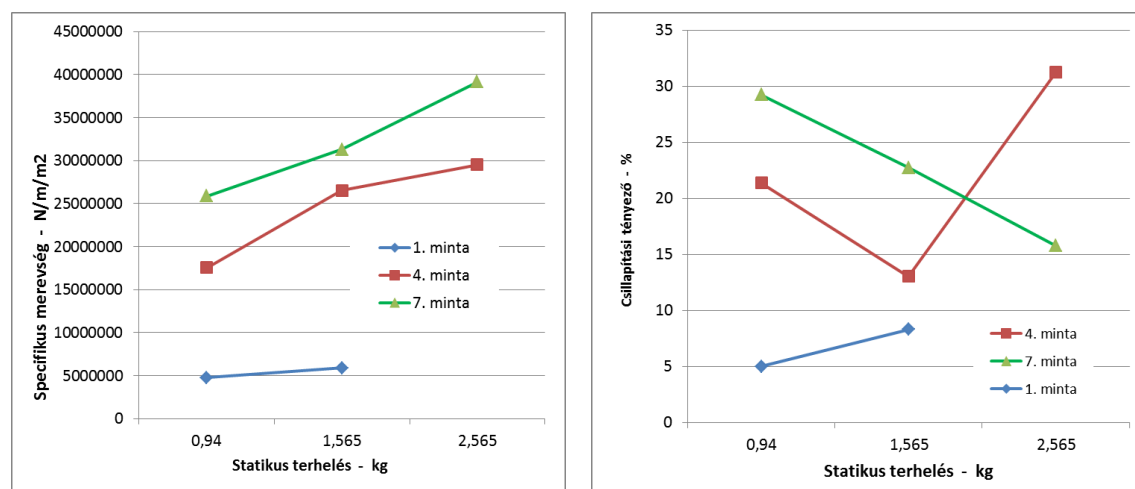
Jel	Minta méret	ω_0	m	Dinamikus merevség, k		Félérték-szélesség, $\Delta\omega$	Q	ξ
				N/m	N/m / m ²			
	m ²	Hz	kg	N/m	N/m / m ²	Hz		%
1	0,032	61	0,939	137938	4,26E+06	6,1	10	5
2	0,036	115	0,939	490254	1,36E+07	32,5	3,5	14,1
3	0,036	110	0,939	448550	1,25E+07	17	6,5	7,7
4	0,032	117	0,939	507454	1,61E+07	50	2,3	21,4
5	0,039	88	0,939	287072	7,32E+06	35,7	2,5	20,3
6	0,040	114	0,939	481765	1,20E+07			
7	0,040	142	0,939	747484	1,87E+07	83	1,7	29,2
8	0,039	314	0,939	3654977	9,37E+07			



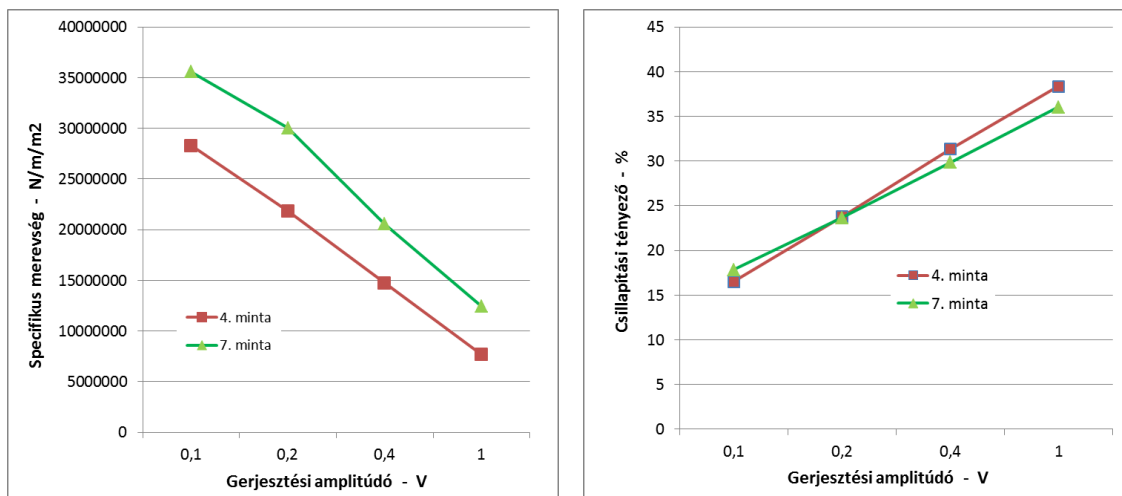
8. ábra: Az első sorozatból nyert mérési eredmények összefoglalása.

3.5.2. A minták nemlinearitásainak vizsgálata

A második és harmadik méréssorozatban változtattuk a mintákat terhelő lemez tömegét és a gerjesztési amplitúdókat. A parametrikus vizsgálatok eredményeit a 4. táblázatban, valamint néhány minta példáján a 9. és 10. ábrán közöljük.



9. ábra: Három minta merevségének és csillapítási tényezőjének változása a terhelőlap által képviselt statikus terhelés függvényében



10. ábra: Két minta merevségének és csillapítási tényezőjének változása a gerjesztési amplitúdók függvényében

Egyértelműen adódik a következtetés, hogy a rugalmasságot jellemző paraméterek közel sem állandók, a vizsgált anyagminták jelentős nemlineari-tásokat mutatnak. A rezgési amplitúdó növekedésével lágyulnak a vizsgált anyagok és növekedik a belső csillapításuk, a mintára ható statikus erő függvényében viszont növekedik a dinamikus merevség.

4. táblázat: Különböző statikus terhelésekkel és gerjesztési szintekkel végzett vizsgálatok eredményei

Minta jele	m	Gerjesztés	Felület	ω_0	Dinamikus merevség, k		Q	ξ
	kg				V	N/m		
1	0,94	0,1	0,0289	61	137938	4,8E+06	10	5
1	1,565	0,1	0,0289	52,5	170291,4	5,9E+06	6,0	8,3
4	0,94	0,1	0,0289	117	507454	1,8E+07	2,34	21
4	1,565	0,1	0,0289	111,4	766733,5	2,7E+07	3,84	13
4	2,565	0,1	0,0289	91,8	853360,4	3,0E+07	1,60	31
7	0,94	0,1	0,0289	142	747484	2,6E+07	1,71	29
7	1,565	0,1	0,0289	121	904575,5	3,1E+07	2,20	23
7	2,565	0,1	0,0289	105,7	1131350	3,9E+07	3,17	16
4	1,565	0,1	0,0289	115	817089,7	2,8E+07	3,03	17
4	1,565	0,2	0,0289	101	630255,8	2,2E+07	2,10	24
4	1,565	0,4	0,0289	83	425628,1	1,5E+07	1,60	31
4	1,565	1	0,0289	60	222421,4	7,7E+06	1,30	38
7	1,565	0,1	0,0289	129	1028143	3,6E+07	2,80	18
7	1,565	0,2	0,0289	118,5	867582,5	3,0E+07	2,12	24
7	1,565	0,4	0,0289	98	593370,9	2,1E+07	1,68	30
7	1,565	1	0,0289	76,3	359685,7	1,2E+07	1,39	36
064	1,565	0,2	0,04	122	919589	2,3E+07	0,85	59
064	1,565	1	0,04	55	186896	4,7E+06	0,50	~100
242	1,565	0,2	0,04	92	522937	1,3E+07	1,74	29
242	1,565	1	0,04	50	154459	3,9E+06	1,09	46
370	1,565	0,2	0,04	138	1176609	2,9E+07	0,86	58
370	1,565	1	0,04	64	253066	6,3E+06	0,36	-

4. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS A TOVÁBLÉPÉS LEHETŐSÉGEI

Eddigi kutató-fejlesztő munkánk során létrehoztunk egy vizsgáló berendezést, mellyel rugalmas anyagok dinamikus merevsége és belső csillapítása mérhető. Több mint tíz anyagmintán méréseket végeztünk és megállapítottuk, hogy a vizsgált minták fajlagos dinamikus merevsége 10^6 és 10^7 N/m/m² nagyságrendjében, a csillapítási tényezők 5 és 100 % között változnak. A vizsgált minták jelentős nemlinearitásokat mutatnak: a rezgési amplitúdó növekedésével a merevség csökken és a belső csillapítás nő. A mintára ható statikus erő növekedésével viszont nő a merevség, miközben a csillapítás nem mutat szisztematikus változást.

A továbbiakban érdemes folytatni az anyagvizsgálatokat további anyagmintákon, és a mérési módszert ki kell terjeszteni a minták mechanikai impedanciájának mérésére, ami az (5) egyenlet alapján csak továbbfejlesztett jelfeldolgozási módot igényel. A [3] szabvány A függeléke tipikus értékeket is megad az emberi tenyér mechanikai impedanciájára vonatkozóan, amelynek segítségével a rezgésszigetelő anyagoktól várható valóságos rezgésátvitelre is becsléseket kaphatunk. A következő jelentős feladat a szabványos markolat kialakítása Laufer Ferenc kollégánk szíves közreműködésével, amivel megkezdhetők a kesztyűkön végzett vizsgálatok is.

5. HIVATKOZÁSOK

- [1] László Helga Elvira: Kertészeti kisgépek rezgésterhelése és annak mérséklése. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 2010.
- [2] ISO 10819 : 2013
Mechanical vibration and shock – Hand-arm vibration – Measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand
- [3] MSZ EN ISO 13753:2008
Mechanikai rezgés és lökés. Kéz-kar rezgés. Rugalmas anyagok rezgésátvitelének mérési módszere kéz-kar rendszerrel való terheléskor
- [4] ISO 9052-1:1989
Acoustics – Determination of dynamic stiffness.
Part 1: Materials used under floating floors in dwellings
Part 2: Materials used for vibration and sound insulation of equipment in buildings
- [5] ISO 10846 szabványsor, Part 1 to Part 5
Acoustics and vibration - Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements.

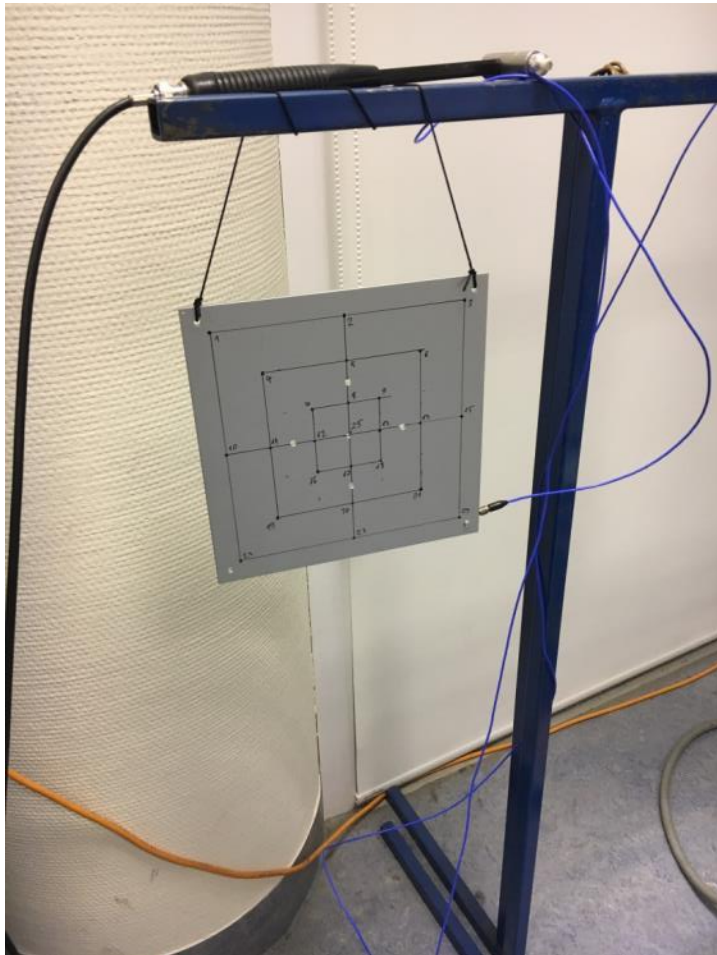
6. FÉNYKÉPEK



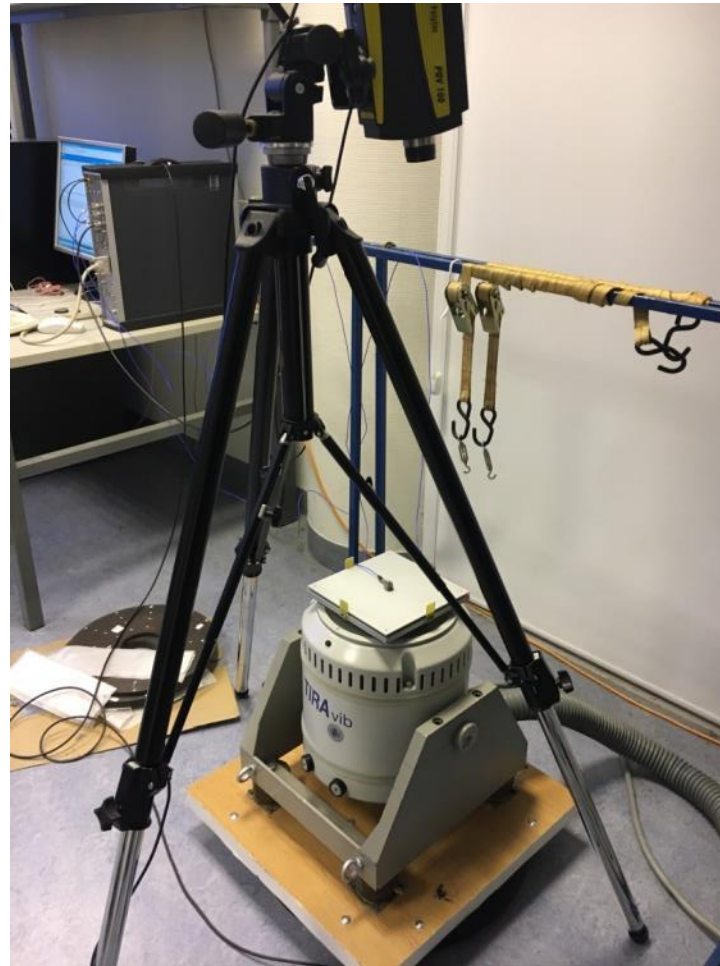
11. ábra: Rugalmasan alátámasztott shaker hűtőventilátorral és teljesítményerősítővel



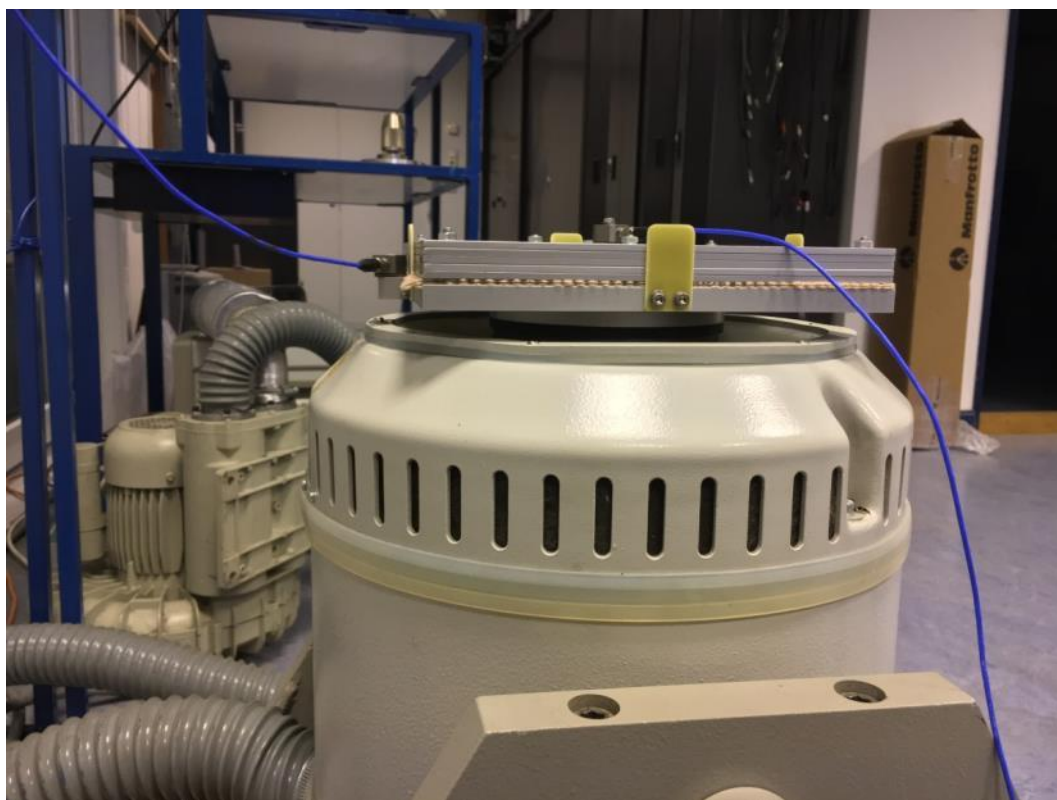
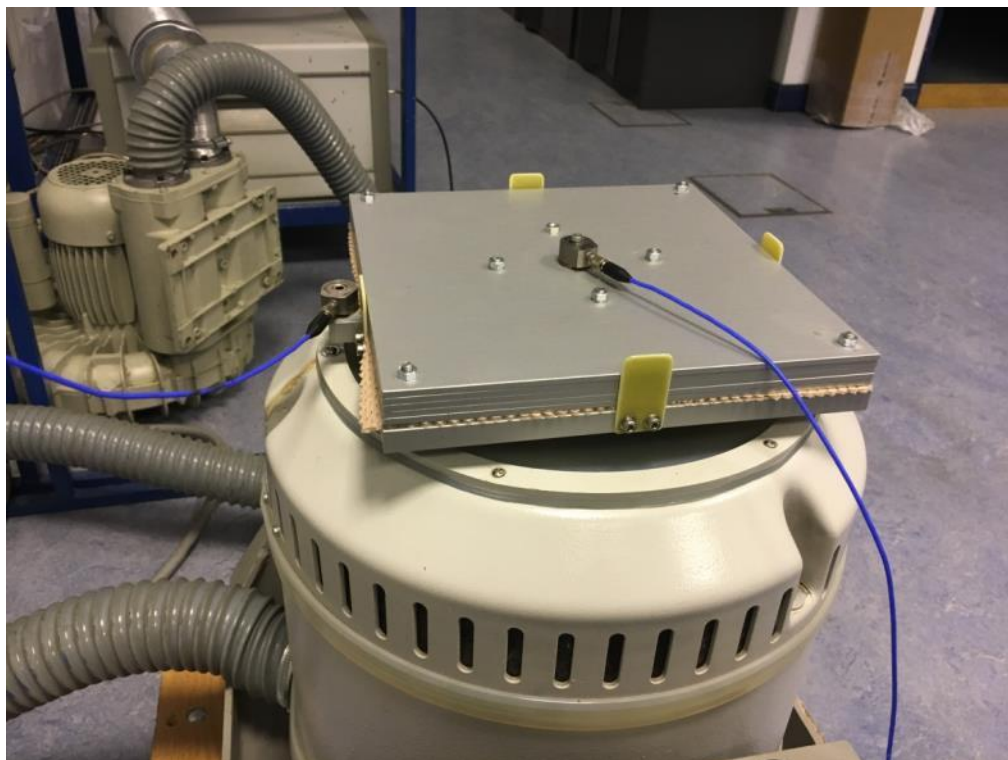
12. ábra: Az alapelem sajátrezgéseinek ellenőrzése Polytec PV-100 típusú lézeres rezgésmérő segítségével



13. ábra: Móduselemzés céljára előkészített, felfüggesztett, berajzolt mérőhálóval ellátott terhelőlemez



14. ábra: A terhelőlemez rezgésének ellenőrzése lézeres rezgéssebességmérő segítségével



15. ábra: Textilminta merevségének méréséhez összeállított vizsgálóberendezés: alaplemez, vizsgálandó minta és terhelőlemez, a lemezeken kalibrált gyorsulásérzékelőkkel



16. ábra: 211773-242 jelű anyagminta merevségének mérése



17. ábra: 11553-370 jelű anyagminta merevségének mérése



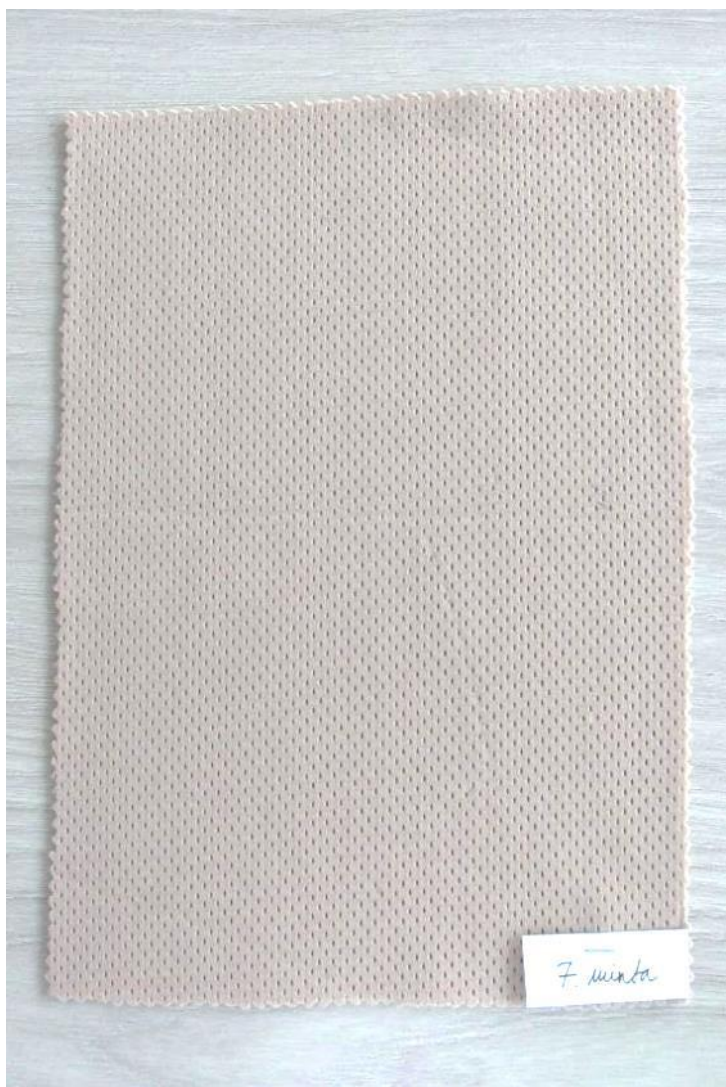
18. ábra: A vizsgált anyagminták fényképei



A vizsgált anyagminták fényképei (folytatás)



A vizsgált anyagminták fényképei (folytatás)



A vizsgált anyagminták fényképei (folytatás)



19. ábra: Három mintakesztyű, melyek anyagmintáit szintén vizsgáltuk (ld. a 2. táblázatban és a 16. és 17. ábra fényképén).
Anyagminőségek balról jobbra: 111553-370, 211773-242 és 116773-064.