

Mérési elrendezés és a mérés menete:

A gumiszál egyik végét egy lépcső szabad oldalához rögzítettük, a másik végét függőlegesen terheltük. A fém mérőszalagot szintén a lépcsőhöz rögzítettük, és a végére tett kis súllyal elértük, hogy az is függőleges legyen. A gumiszál végének terhelését fokozatosan növeltük 50 g-os súlyok segítségével. A ráakasztott súlyokat 50 g-tól 1000 g-ig változtattuk, és minden esetben megmértük a megnyúlt gumiszál hosszát, majd a terheletlen hosszhoz viszonyítva meghatároztuk a megnyúlás mértékét. A terhelést fokozatosan csökkentve is elvégeztük a méréseket.

Négy különböző szélességű (és különböző színű) gumiszalaggal végeztük el a méréseket. Közülük három szalag ránézésre csak a szélességében különbözött, az anyag felépítése, szövése egyformának tűnt. A legszélesebb gumiszalag nemcsak a szélességében, de anyagának minőségében is különbözött a többitől.

A gumiszalagok szélessége:

$$d_{\text{barna}} = 0,3 \text{ cm}; \quad d_{\text{zöld}} = 0,5 \text{ cm}; \quad d_{\text{piros}} = 0,7 \text{ cm}; \quad d_{\text{kék}} = 1,3 \text{ cm}.$$

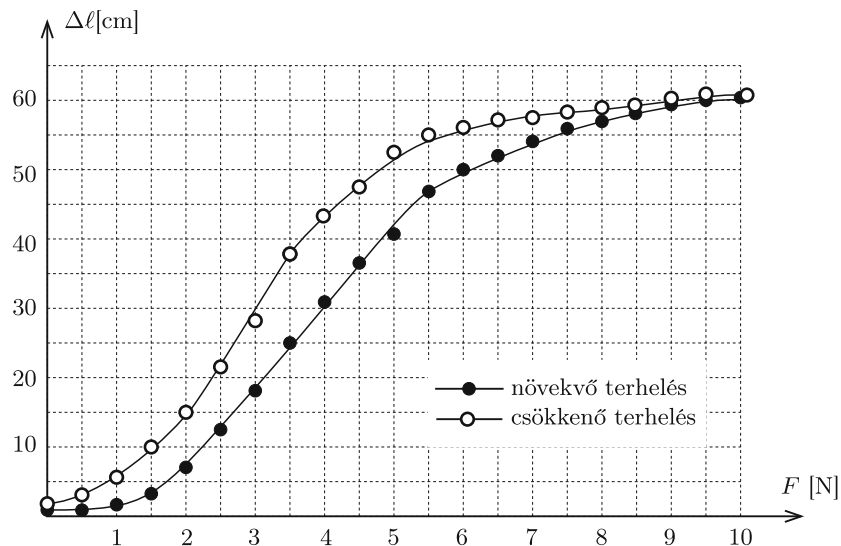
Mérési eredmények

Mindegyik gumiszál terheletlen hossza $\ell_0 = 40 \text{ cm}$ volt. Az alábbiakban a piros gumiszállal végzett mérés eredményét adjuk meg. (A jegyzőkönyv tartalmazta a másik három szálra vonatkozó adatokat is, de ezeket terjedelmi okokból nem közöljük. – *A Szerk.*)

A szalag szélessége a mérés előtt 0,7 cm, a mérés után 0,65 cm volt. A mellékelt *táblázat* és *grafikon* a gumiszalag megnyúlását adja meg a húzóerő függvényében.

tömeg	nyújtóerő	megnyúlás növekvő terhelésre	megnyúlás csökkenő terhelésre
m [g]	F [N]	$\Delta\ell$ [cm]	$\Delta\ell$ [cm]
0	0	0	1,4
50	0,5	0,3	3,1
100	1	1,4	5,7
150	1,5	3,6	10
200	2	7,3	15
250	2,5	12,5	21,3
300	3	18,6	28,4
350	3,5	24,9	37
400	4	30,6	43,4
450	4,5	36,9	47
500	5	41,1	52,8
550	5,5	47,4	55,8
600	6	50	56,7
650	6,5	52	57,4
700	7	54,4	58,3
750	7,5	56	58,7
800	8	57,2	59,3
850	8,5	58,4	59,8
900	9	59,1	60,2
950	9,5	60	60,6
1000	10	60,8	60,8

A piros gumiszalag megnyúlása az erő függvényében



Hasonló jellegű adatokat és erő-megnyúlás grafikont kaptunk a másik három gumiszalagnál is.

A mérési eredmények értékelése

A mérési eredmények szerint egyik gumiszál sem követi a Hooke-törvényt. A megnyúlás és az erő kapcsolatát szemléltető görbéken gyakorlatilag *nincsen lineáris szakasz*. A gumiszálak csökkenő terhelés esetén sem nyerik vissza az eredeti hosszukat, hanem a terhelés megszűnte után is marad bennük deformáció. Ezt jól szemlélteti a görbék *histerézise*. Megfigyelhető, hogy nagy terheléseknél a gumiszál megnyúlása a terhelés növelésekor alig változik, gyakorlatilag a terheléstől függetlenné válik, azaz a görbék „ellaposodnak”. Jellemző, hogy (közepesen nagy terhelésnél) mindegyik görbén található egy inflexió pont is. A mérésnél megfigyeltük, hogy a gumiszálak a súlyok ráakasztása után bizonyos ideig (kb. 20-30 másodpercig) folyamatosan nyúlnak, és csak ezután érik el az adott terhelésnek megfelelő „végleges” hosszukat.

A terheléses mérések után mindegyik gumiszálnál többször megmértük a már újra terheletlen hosszát. Azt tapasztaltuk, hogy idővel csökken a maradék megnyúlás mértéke; a gumiszál vagy visszanyeri az eredeti hosszát, vagy csak igen kicsi megnyúlás lesz maradandó a terhelések következményeként.

A gumiszálak a terhelések során elég nagy megnyúlásokat „szenvedtek el”, hiszen a 40 cm-es kezdeti hossz akár 60-70 cm-rel is megnőtt. Arra számítottunk, hogy emiatt a gumiszalagok szélességében is jelentős változást fogunk tapasztalni. A mérések ezt nem igazolták, nagyon kicsit vagy egyáltalán nem változott a szálak szélessége. Talán célravezetőbb lett volna a szálak keresztmetszetének változását vizsgálni, de a kicsiny méretek miatt ezt a felhasznált eszközökkel nem tudtuk megvalósítani.

Mérési hibák

A mérési eljárásban a gumiszálak hosszát csak mm-es pontossággal tudtuk leolvasni. Nehezítette a leolvasást, hogy a gumiszálak csak egy bizonyos idő után nyerték el az adott terheléshez tartozó hosszukat, a kezdeti, hirtelen bekövetkező, nagymértékű alakváltozás után még egy ideig – ugyan sokkal kisebb mértékben – folytatódott a deformáció; emiatt nehéz volt a leolvasás időpontját eldönteni. Szisztematikus hibát jelentett még az is, hogy a mérőeszköz (mérőszalag) beosztása sem pontosan 1 mm, illetve a terhelősúlyok is mutathatnak eltérést a névleges értékeiktől.

Fonyi Máté Sándor (Szolnok, Verseghe F. Gimn., 11. évf.),
Ludányi Levente (Szeged, SZTE Gyak. Gimn. és Ált. Isk., 11. évf.)