

**Megoldás. A mérés előkészítése**

*Szükséges eszközök:*

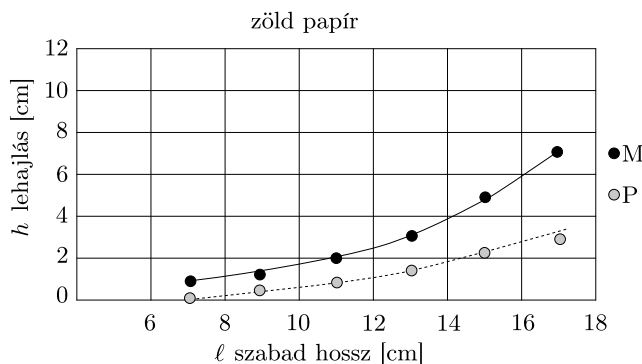
- különböző (A4-es) papírok: irodai nyomtatópapír, félfamentes rajzlap, színezett (zöld) műszaki rajzlap;
- két vonalzó;
- olló;
- cellux;
- ceruza és toll.

*A mérés menete:* Először a 2 cm széles csíkokat jelöltem ki és vágtam le a papírlapokból. Az egyik sorozatot a papírlap hosszabb oldalára merőlegesen, a másik sorozatot pedig azzal párhuzamosan. A csíkok hossza szemmel láthatóan különbözött, ezért szükségtelen volt őket külön jelölni. Ezután 2 cm-es közőkkel beosztást készítettem a lapokon, az egyik végtől számított 7 cm-től 17 cm-ig, a nyomtatópapíron 5 cm-től 13 cm-ig. Később az egyik vonalzót celluxszal rögzítettem az asztallapon úgy, hogy túlérjen az asztalon, és egyértelműen meghatározza, milyen magasan van az asztal síkja. A papírcsíknak először a legnagyobb beosztását (17 cm, illetve 13 cm) illesztettem az asztal szélehez, ezt is celluxszal rögzítettem, és a másik vonalzót az előző mellett a papírig mozgatva leolvastam a legnagyobb lehajlást. Ugyanígy jártam el a többi mérésnél is: 2 centimétereket haladva egészen a legkisebb szabad hossz (7 cm, illetve 5 cm), mindenhol megmértem a lehajlást.

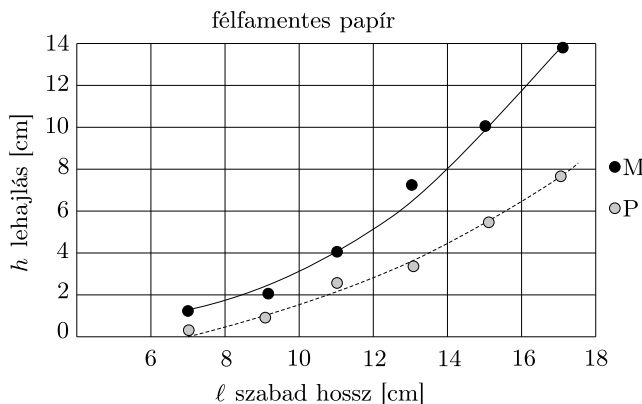
*A mérés kiértékelése:* Adataimat táblázatba rendeztem. (Az M és P betűk az oszlopok felett a hosszú oldalra merőlegesen, illetve párhuzamosan kivágott csíkokra utalnak.)

zöld	M	P	félfam.	M	P	nyomt.	M	P
$\ell$ [cm]	$h$ [cm]	$h$ [cm]	$\ell$ [cm]	$h$ [cm]	$h$ [cm]	$\ell$ [cm]	$h$ [cm]	$h$ [cm]
						5	0,9	-
7	0,6	0,1	7	1,4	0,3	7	2,6	0,6
9	1,2	0,5	9	2,3	1,1	9	5,5	2,1
11	1,9	1,0	11	4,0	2,4	11	8,6	4,7
13	3,2	1,5	13	7,3	3,2	13	11,0	7,6
15	5,0	2,1	15	10,2	5,6			
17	7,6	2,8	17	14,0	7,8			

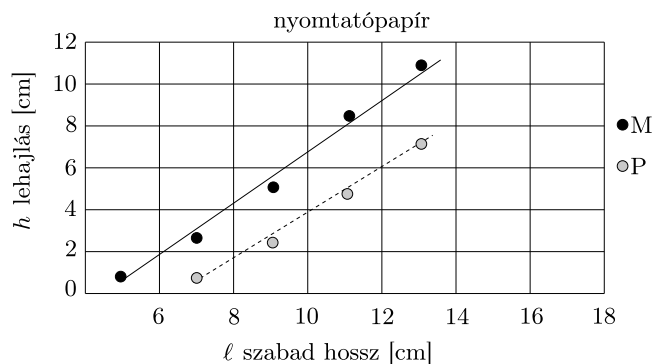
A mért adatokat grafikonon is ábrázoltam (1., 2. és 3. ábra).



1. ábra



2. ábra



3. ábra

A grafikonokon több érdekes dolgot is megfigyelhetünk. A legszembeütőbb, hogy a hosszabb oldallal párhuzamos (P) csík  $h$  lehajlása minden esetben kisebb, mint az ugyanazon papír másik (M) csíkjának ugyanakkora  $l$  szabad hosszhoz tartozó lehajlása. Ez a papír gyártásából következő ún. szádirány miatt van. A papír a gyártása közben nagy sebességgel halad, a benne lévő cellulózszálak közül sok beáll a mozgás irányába. Ez azt eredményezi, hogy ebben az irányban „erősebb” a papír, nehezebben hajlik le, mint szádirányra merőlegesen. Méréseimmel megállapítottam, hogy – az általam vizsgált három papírlap mindegyikében – a papírlap hosszabb oldalával párhuzamos a szádirány.

A másik érdekesség, hogy míg a műszaki rajzlap és a félfamentes papír esetében az adatpárok pontjaira erősen nemlineáris (exponenciális vagy hatvány-)függvény illeszthető, addig a leggyengébb nyomtatópapírra jellemző pontokra a mérési tartományban egy olyan egyenes illeszkedik, melynek 0 helyen vett helyettesítési értéke negatív. Ezt úgy magyarázhatjuk, hogy a papírlapokba valamekkora belső feszítettség kerülhet a gyártás közben.

*Mérési hibák:* Mérésünk során a konkrét adatok csupán tendenciák meghatározására szolgálnak, ezt alapvetően nem befolyásolja a leolvasás és a vonalzó pontatlanságából származó kb. 2 mm-es abszolút (1-10%-os relatív) hiba. Mivel az érdekes információt az illesztett grafikonok tulajdonságaiból nyertünk, értelmetlen mérési hibát számszerűsíteni ebben a mérésben.