

**10. ročník, úloha VI. E ... jak tlustý je papír?** (8 bodů; průměr ?; řešilo 34 studentů)

Pokuste se změřit, jak tlustý je list papíru. Aby byly vaše výsledky srovnatelné, měřte papír pocházející ze školního sešitu nelinkovaného.

Vzhledem k tomu, že naprostá většina řešitelů měřila tloušťku papíru klasickým způsobem, to jest metodou přímou pomocí mikrometru nebo jiného, více či méně přesného měřidla, rozhodli jsme se, že uděláme v řešení trochu změnu. Myslíme si totiž, že je docela zbytečné takovou jednoduchou věc přeměřovat, a tak čtenáře seznámíme s výsledky řešitelů a s případnými dalšími metodami měření.

Jak jistě víte, tloušťku papíru lze změřit metodou přímou. Měřit se dá 1 list až  $N$  listů, přičemž počet listů hraje nemalou roli při tomto způsobu měření. Je samozřejmé, že se tím ovlivňuje přesnost měření, a tedy i chyba. Postup je velice jednoduchý. Vezmeme sešit, odstraníme desky, pokusíme se tak trochu vytlačit vzduch nacházející se mezi jednotlivými listy a hurá, můžeme měřit. Změříme tedy výšku stohu papíru, nejlépe na více místech a vícekrát. Výsledek pak dělíme počtem papírů. Nesmíme však zapomínat na to, že papír se nám při měření tlakem měřidla deformuje, čímž jsou výsledky zkreslené. S tím si můžeme poradit tak, že jednoduše dáme papíry mezi dvě podložky, které už tak snadno zdeformovat nejde. Tloušťku těchto podložek pak odečteme od výsledného měření.

Další takovou docela jednoduchou metodou je metoda objemová. Pomocí odměrného válce naplněného kapalinou změříme objem papírového listu. Pak už jen změříme dvě delší strany papírového kvádrů a tloušťka listu je na světě. Měření provádíme několikrát, to kvůli přesnosti.

Objevilo se i velmi zajímavé řešení tohoto problému. Nazvěme ho kapková metoda. Ta spočívá v tom, že pomocí pipety kápneme kapku o známém objemu na sklíčko, na kterém se nachází papír. Tento papír je však mírně poupraven, a to tak, že je uprostřed něj vystřihnutý otvor, uvnitř kterého se nachází již zmíněná kapka. To vše se velmi opatrně přikryje dalším sklíčkem a dává se pozor, aby se zdeformovaná kapka nevsála do papíru. Ta se totiž zmáčkne až na úroveň tloušťky papíru. Nezbyvá nic jiného, než změřit průměr kapky (kruh) a z toho, že kapka má nyní tvar válce (výška je právě ta hledaná tloušťka papíru) a známého objemu snadno spočteme to, co potřebujeme. Toto měření vyžaduje poměrně velkou přesnost a chuť si vyhrát. Problém je totiž v tom, že pipeta není moc vhodná na takovýto pokus a to z toho důvodu, že kapka by měla mít malý objem (to abychom nemuseli brát velký kus papíru), což se pipetou velmi těžce dosahuje. Ale určitě existuje něco jiného, mnohem přesnějšího, čím se dá dosáhnout toho, že daná kapka bude mít daný objem.

A teď něco statistiky. Zde jsou uvedeny hodnoty, které naměřili řešitelé, pro jednotlivé druhy sešitů:

*Brněnské papírny:*

Sešit typu PT 440	$d = 80 \mu\text{m}$
Sešit typu PT 540	$d = 77 \mu\text{m}$
Sešit typu M 520	$d = 92 \mu\text{m}$
Sešit typu PN 2-260-94	$d = 70 \mu\text{m}$
Sešit typu PN 2-100-96	$d = 69 \mu\text{m}$
Sešit typu PT 560	$d = 83 \mu\text{m}$
Sešit typu PT 460	$d = 81 \mu\text{m}$

*Slovensko-Slavošické papírny:*  $d = 73 \mu\text{m}$

*Neuvedený výrobce:*  $d = 75 \mu\text{m}$

Tedy celkově vychází v průměru na Českou republiku tloušťka papíru ve školních sešitech na  $77,5 \mu\text{m}$ . Jak je vidět, Slovenská republika má papíry asi o  $5 \mu\text{m}$  tenčí.

A ještě jeden postřeh: přehnete-li papír celkem 42krát, dostanete stejnou výšku tohoto papíru jako je vzdálenost Země–Měsíc.

*Andrea Budovičová*