

# Fyzika Na vlásku

M. Houbová, I. Hlobílková\*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1  
houbomar@jfifi.cvut.cz, \*ivca.hlobilkova@seznam.cz

## Abstrakt

Měření pevnosti různých typů lidských vlasů a porovnání na základě jejich charakteristických vlastností.

## 1 Úvod

Vlasy jsou díky svým unikátním vlastnostem předmětem vědeckého zkoumání již dlouhou řadu let. Jsou jimi například pevnost, pružnost, tvar nebo třeba statický náboj. My se v našem experimentu zaměříme právě na jejich pevnost v závislosti na barvě vlasu a také rozebereme pohádku O Zlatovlásce z pohledu fyziky a pokusíme se zodpovědět některé otázky s ní spojené.

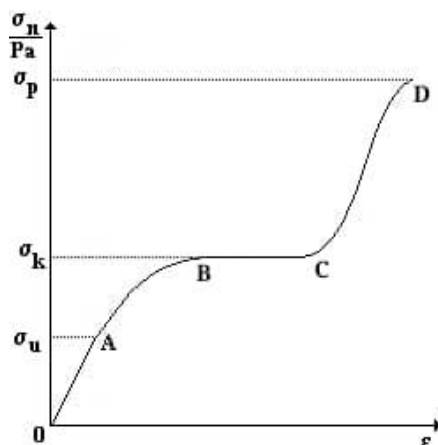
Na začátek jsme si položili základní otázky, abychom ověřili, zda je možné, aby princ v pohádce vyšplhal do věže po vlasech. Tyto otázky jsou: Jsou vlasy dostatečně silné? Nevytrhnou se? Je možné po nich šplhat? Za jak dlouho by narostly?

## 2 Jsou dostatečně silné?

### 2.1 Teorie

Z biologického hlediska je vlas tvořen kůrou (kortexem) a vnější šupinovitou vrstvou (kutikula), která chrání vnitřní vláknité buňky kůry. Tyto buňky se skládají z makrofibril, což jsou dlouhá vlákna tvořená ještě jemnějšími mikrofibrily. Nejmenší jednotkou vlasové kůry jsou pak spirálové bílkovinné molekuly alfa-helikální struktury. Všechny tyto části se navzájem proplétají a ve výsledku tak vytvářejí strukturu připomínající lano a díky tomu jsou fyzikálně-mechanické vlastnosti vlasu srovnatelné s uměle vyrobenými vlákny.

Zákon pro pružnou deformaci formuloval Robert Hook v druhé polovině 17. století. Pokud těleso natahujeme pouze malými silami, lze říci, že deformace daného tělesa bude přímo úměrná napětí:  $\sigma = E \cdot \varepsilon$ , kde E je konstanta úměrnosti – Youngův modul materiálu v tahu a  $\varepsilon$  je relativní prodloužení. S většími hodnotami působící síly se bude funkce měnit podle následujícího diagramu:

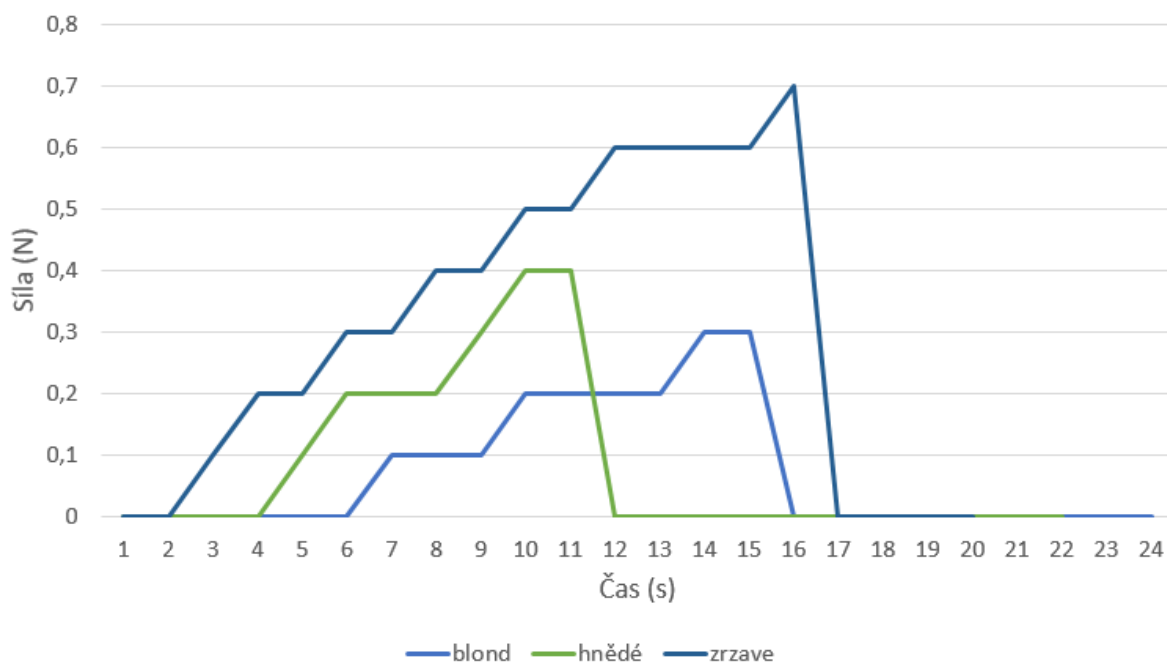


Obr. 1: Diagram Hookova zákona

Hookův zákon platí do bodu A, tento bod se nazývá mez úměrnosti a je často shodný s mezí pružnosti za níž je deformace materiálu nadále nevratná. Poté následuje fáze tzv. tečení materiálu, těleso se při velmi malé změně napětí náhle prodlouží. Mezi body C a D dochází ke zpevnění materiálu až nakonec dosáhne meze pevnosti a přetrhne se.

## 2.2 Vlastní měření

Abychom ověřili tyto poznatky, udělali jsme si vlastní experiment. Na siloměr jsme postupně vážali různé druhy vlasů. Následně jsme za ně zatáhli, dokud se nepřetrhly. Výsledné hodnoty můžete vidět na následujícím grafu.



**Obr. 2:** Graf závislosti potřebné síly na čase

Každá křivka reprezentuje určitý druh vlasu: světle modrá pro blond vlasy, zelená pro hnědé vlasy a tmavě modrá pro zrzavé vlasy. Křivky jsou od sebe posunuty vždy o 2 sekundy, aby byly lépe vidět.

Jak si můžeme všimnout, na zrzavý vlas jsme museli vyvinout sílu 0,7 N, aby se přetrhl. To je skoro dvojnásobek toho, co bylo potřeba na vlas hnědý, a více než dvojnásobek toho, co bylo potřeba na vlas blondatý.

Dále jsou na grafu jasně zřetelné meze pružnosti. Pro zrzavý vlas je to na 0,6 N, pro hnědý 0,2 N a pro blond také 0,2 N.

## 2.2 Jakou váhu unesou lidské vlasy, než se přetrhnou?

Využili jsme hodnoty, které jsme získali při měření. Dále jsme využili vztahu  $m' = F/g$  a vztahu  $m = m' \cdot n$ , kde  $m'$  je hmotnost, kterou unese 1 vlas,  $n$  je počet vlasů průměrného zástupce určité barvy vlasů a  $m$  je celková hmotnost, kterou unese cop vlasů člověka. Díky tomu jsme spočetli, že cop spletený z blond vlasů unese stejnou hmotnost jako cop z vlasů hnědých a to 6 000 kg. Cop z vlasů zrzavých pak dokonce 7 200 kg.

Můžeme tedy s jistotou říci, že cop vlasů dokáže unést váhu lidského těla, aniž by se přetrhl.

### 3 Nevytrhnou se?

Samotné ukotvení vlasového folikulu v pokožce nám nedovoluje působit velkou silou na vlasy člověka přímo, neboť všechna tato síla je přenesena na jeho hlavu a mohlo by dojít k vytržení vlasů nebo k fyzickému zranění. V případě, že chceme pomocí vlasů vytáhnout těžký předmět nebo po nich vyšplhat, je nutné použít jednoduché stroje, které působící sílu vhodně rozloží. Nejvhodnějším způsobem řešení takového problému je použití kladky a přivázání vlasů k pevnému objektu. Síla tak ve výsledku působí pouze na daný objekt a těleso lze lépe vytáhnout.

### 4 Je možné po nich šplhat?

Víme, že vlasy dokážou člověka udržet, ale lze-li po nich i vyšplhat je ovlivněno více faktory, jedním z nich je úprava. Povrch vlasu je velmi hladký, tření je tedy minimální. Pro zvýšení koeficientu tření je vhodné cop zaplést a maximalizovat tak šanci pro lepší zachycení. Zda je to ale možné není dáno pouze fyzikální charakteristikou vlasu, ale především individuálními fyzickými schopnostmi člověka. Experimentálně byla tato možnost úspěšně ověřena v pořadu Bořiči mýtů.

### 5 Za jak dlouho by vlasy narostly?

Průměrný lidský vlas vyroste přibližně o 15 cm za rok. Odhadem jsme určili, že věž, ve které Locika bydlí, je vysoká 30 m. Z tohoto můžeme spočítat, že aby vlasy vyrostly do dostatečné délky, musela by být Locika uvězněná 200 let.

Naštěstí má Locika vlasy kouzelné a je tedy jasné, že porostou mnohem rvětší rychlostí.

### 6 Shrnutí

Cílem naší práce bylo vyšetřit, zda je možné, aby princ v pohádce dokázal vyšplhat po copu vlasů až do vysoké věže. Problém jsme zúžili na 4 otázky. Pomocí výstupů vlastního měření a postupných výpočtů jsme zjistili, že to možné je. V reálném životě by problém dělala akorát nedostatečná rychlost růstu vlasů, v pohádce, kde jsou kouzla, to však možné je.

### 7 Poděkování

Poděkování patří ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za zapůjčené pomůcky a dále všem, kteří nám věnovali vzorky svých vlasů.

### Reference

[1] J. Reichl, *Křivka deformace*,

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/632-krivka-deformace>

[2] anonym, *Office Rapunzels*,

<http://physicsbuzz.physicscentral.com/2012/02/office-rapunzels.html>

[3] Bethany Brookshire, *Here's why Rapunzel's hair makes a great rope ladder*,

<https://www.sciencenewsforstudents.org/article/heres-why-rapunzels-hair-makes-great-rope-ladder>

[4] kol. autorů, *Ponytail*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Ponytail>