

Fermiho úlohy  
4. ročník (2009/2010)  
1. kolo

### Úloha 1

**Zadání:** Odhadněte, co je těžší: hmotnost všech osobních aut, které se v dopravní špičce nacházejí na Barrandovském mostě v Praze nebo hmotnost obyvatel Prahy, kteří by byli schopni tento most zaplnit (bez aut, kol, jen pěšky).

### Řešení:

Barrandovský most je při pohledu ze vzduchu viditelný jako protáhlý, mírně prohnutý rovnoběžník. Po vzoru Enrica Fermiho, i já, budu efekty zanedbatelného charakteru zanedbávat. Proto předpokládám, že most je rovnoběžník. S těžší dokáži určit, kde leží pata mostu z fotografií, které jsou pořízeny svrchu. Proto budu předpokládat, že most začíná tam, kde „vstupuje“ nad vodní hladinu, a končí tam, kde z ní „vystupuje“.

Z mých měření pomocí internetové aplikace Google Maps vyplývá, že jedna strana rovnoběžníku je dlouhá  $a=55\text{ m}$  a druhá  $b=195\text{ m}$ . Šířka mostu v jeho střední části je  $c=40\text{ m}$ . Z toho  $d=10\text{ m}$  zabírá plocha, která není vhodná pro pohyb vozidel (ani pěších) (svodidla, díry mezi proudy atd.).

Parametr šířkové sklady mostu definuji jako:

$$p = \frac{(c-d)}{c} .$$

Z jednoduché úvahy plyne, že efektivní plocha mostu je dána jako:

$$S_{ef} = p S .$$

Plochu rovnoběžníku určím jako součin velikostí stran a sinu úhlu, který spolu svírají. Pro Barrandovský most je velikost úhlu rovna  $\alpha=53^\circ$  (údaj z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Barrandovský\\_most](http://cs.wikipedia.org/wiki/Barrandovský_most)).

Pro Barrandovský most tedy platí:

$$S = ab \sin(\alpha) ,$$

$$S_{ef} = ab \sin(\alpha) \frac{(c-d)}{c} .$$

Délu průměrného automobilu odhaduji na  $l=4,0\text{ m}$ . Předpokládám, že vozidlo má před i za sebou mezeru  $e=0,4\text{ m}$ . Celková délka připadající na jedno vozidlo je tedy:

$$f = e + l$$

Hmotnost jednoho vozidla odhaduji na  $m=1300\text{ kg}$ . Určuji hmotnost osobních automobilů na mostě, proto jejich pasažéry nezapočítám.

Barrandovský most má  $n=8$  dopravních pruhů. Předpokládám, že auta nestojí mimo pruhy. Pro

celkový počet vozidel na mostě během dopravní špičky tedy platí:

$$N_a = \frac{b}{(e+l)} n$$

a jejich hmotnost je tedy

$$M_a = \frac{b}{(e+l)} n m$$

Pro chodce platí, že nemusí stát v jedné řadě v konkrétním pruhu. Proto budu nyní využívat plnou efektivní plochu mostu.

Jeden chodec odhadem zabere prostor tvaru čtverce a straně  $q=0,3\text{ m}$  (lidé budou hodně namačkání).

Plocha, kterou zabere jeden člověk je tedy  $s=q^2$ . Předpokládám, že průměrný člověk pohybující se po Praze váží i s oblečením a příručními zavazadly  $m_c=75\text{ kg}$ .

Proto celková hmotnost lidí na Barrandovském mostě je:

$$M_b = ab \sin(\alpha) \frac{(c-d)}{cq^2} m_c$$

Pro konkrétní hodnoty získáváme:

$$M_a = 461\text{ t}$$

$$M_b = 5353\text{ t}$$

Hmotnost lidí je řádově vyšší než hmotnost automobilů, a proto mohu prohlásit tento odhad za spolehlivý. Hmotnost lidí by byla vyšší než hmotnost aut.