

**18. ročník, úloha V. P ... rychlejší než voda** (4 body; průměr 2,14; řešilo 22 studentů)

Zamyslete se nad tím, zda se může lodička bez motoru na řece pohybovat rychleji než samotná voda. Svou odpověď zdůvodněte a předpokládejte, že proudění vody je laminární.

*Úloha ze sbírky laureáta Nobelovy ceny – P. L. Kapicy.*

Řeku považujeme za stacionární proud vody. Na ní umístíme loďku a sledujme, jak se bude pohybovat. Na loďku působí jediná vnější síla, a to je gravitační síla. Tu můžeme rozložit do směru rovnoběžného se řekou a směru kolmého na řeku. Složka gravitační síly kolmá na řeku se vyruší s reakcí způsobenou vodou v řece. (Jinak by se loďka pohybovala směrem pod hladinu.) Složka rovnoběžná s řekou se takto lehce nevyruší. Proti ní působí odporová síla vody (voda přirozeně klade loďce odpor při pohybu). Ta ovšem závisí na relativní rychlosti loďky vůči řece (lineárně, kvadraticky či nějak jinak). Přirozeně s větší rychlostí se zvětšuje. Proto rovnoběžnou složku gravitační síly vyrovná až při určité nenulové vzájemné rychlosti. V tu chvíli nastane stacionární stav. Výsledek tedy zní: Loďka se skutečně pohybuje rychleji než řeka.

Několik poznámek k došlým řešením. Někteří z vás hledali odpověď ve tvaru koryta řeky a v různých velikostech rychlosti v různých místech řeky. To jistě má na pohyb také vliv, ale v principu to otázku neřeší, protože předpokládá určitý konkrétní tvar řeky.

**Jarda Trnka**

[jarda@fykos.mff.cuni.cz](mailto:jarda@fykos.mff.cuni.cz)