

## 12. úloha: Mokrý ručníky

### I. Zadání

When a wet towel is flicked, it may create a cracking sound like a whip. Investigate the effect. Why does a wet towel crack louder than a dry one?

### II. Úvod

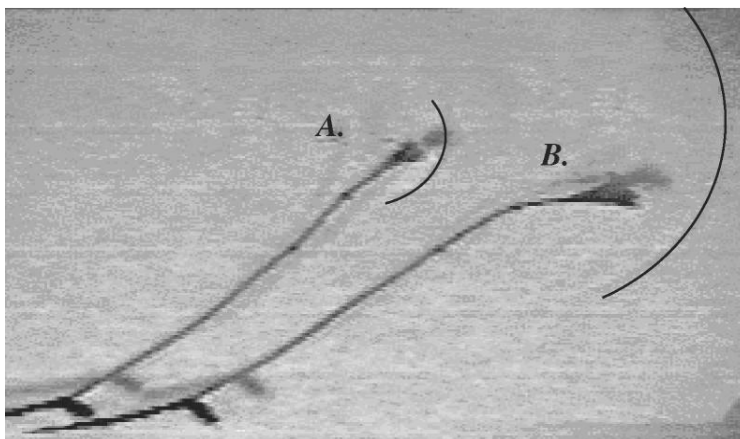
Máme tedy za úkol prozkoumat, co to je práskání ručníkem a proč mokrá ručník práská hlasitěji než suchý. Tato úloha je vyloženě experimentální a všechny výsledky získané z experimentů jsou pouze kvalitativní. Budeme tedy zkoumat děj prásknutí ručníkem a poté zkoumat, jak různé parametry ovlivní hlasitost prásknutí.

### III. Teorie

Zkoumejme nejprve, co to je prásknutí bičem a zda-li je zde nějaká podobnost s tímto již dobře prozkoumaným jevem.

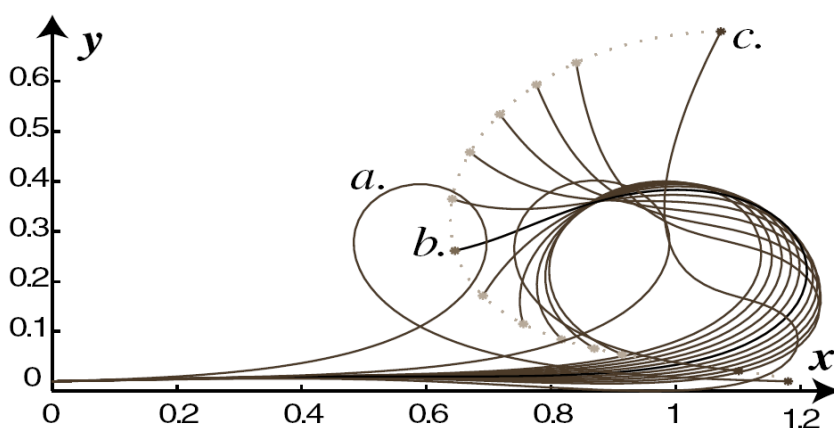
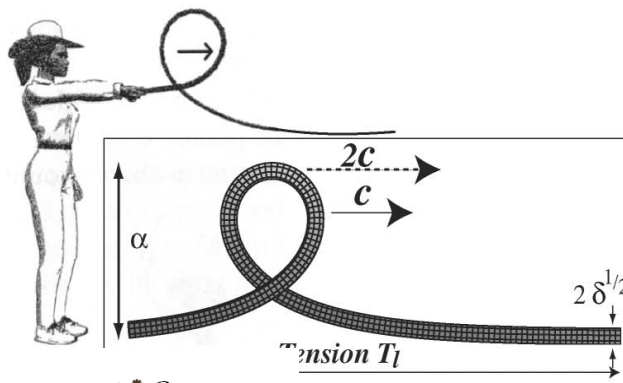
Energie a hybnost biče se postupně koncentruje na jeho konec. Jelikož se bič ke konci zužuje, roste rychlost podle Newtonova zákona:  $a = \frac{F}{m}$ . Toho využíváme i při smotávání ručníku - na trojúhelník a těsně smotat podle jedné strany.

Jakmile konec biče překoná rychlost zvuku, dochází k zvukovému třesku. Rychlost konce biče se v tom okamžiku pohybuje okolo  $1000 \text{ km.h}^{-1}$ . To dokládají fotografie zachycující konec biče.



Práskneme-li bičem, vytvoříme na něm smyčku – jakousi vlnu, která se pohybuje až na konec biče.

Parametry ovlivňující kvalitu biče jsou jeho hmotnost, průměr, délka, materiál, popřípadě různé konce biče.



Obr. 3

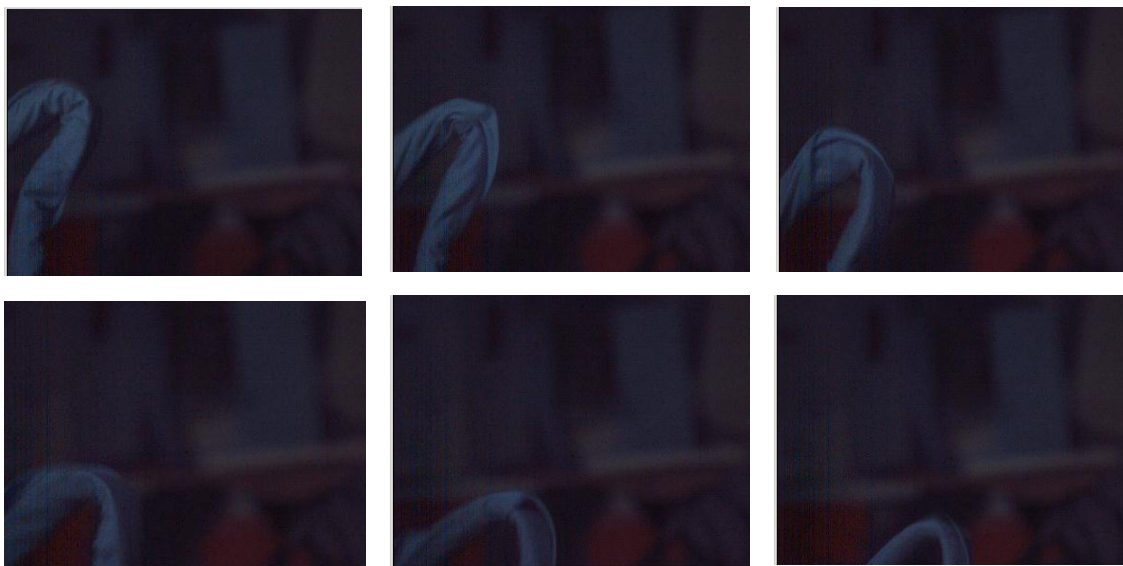
Ovšem práská ručník stejně jako bič? Na internetu se dají najít odkazy na projekt HiViz, kde už bylo dokázáno, že konec ručníku taky překračuje rychlost zvuku. Naše pokusy s rychlokamerou to potvrdily. Je tedy zvukový třesk jedinou příčinou „prásku“? Pravděpodobně ne. Nabízejí se zde totiž ještě další možné teorie: zvuk prudce napnutého papíru, plesnutí ručníku o sebe. To bylo třeba prověřit experimentálně.

## IV. Experimenty

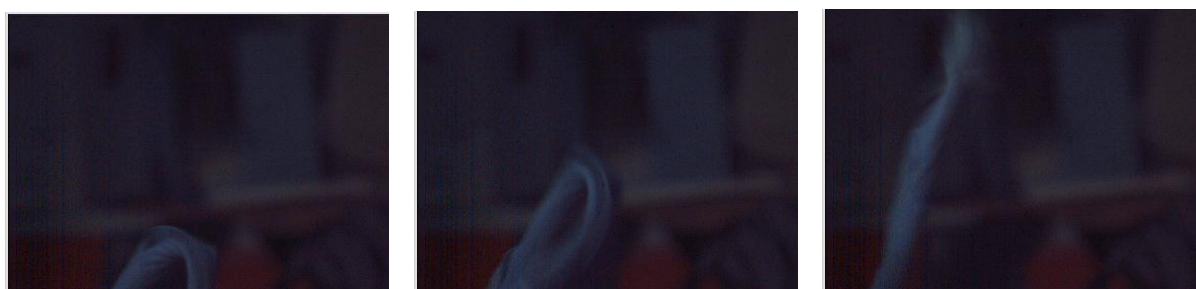
V našich experimentech jsme zkoumali různé parametry, které mohou hrát roli v hlasitosti zvuku. Zkoumali jsme, jaký materiál práská nejlépe, jak závisí zvuk na délce ručníku a jestli mokry ručník opravdu práská lépe a proč.

Po mnoha základních pokusech s různými materiály ručníků jsme bylo zjištěno, že nejlépe práskají ručníky s tenkým, hustým vláknem. Další experimenty jsme prováděli už jenom s tímto typem ručníků.

Využili jsme vysokorychlostní kameru ke sledování pohybu ručníku během prásknutí a k potvrzení faktu, že konec ručníku opravdu v jednu chvíli překonává rychlost zvuku.

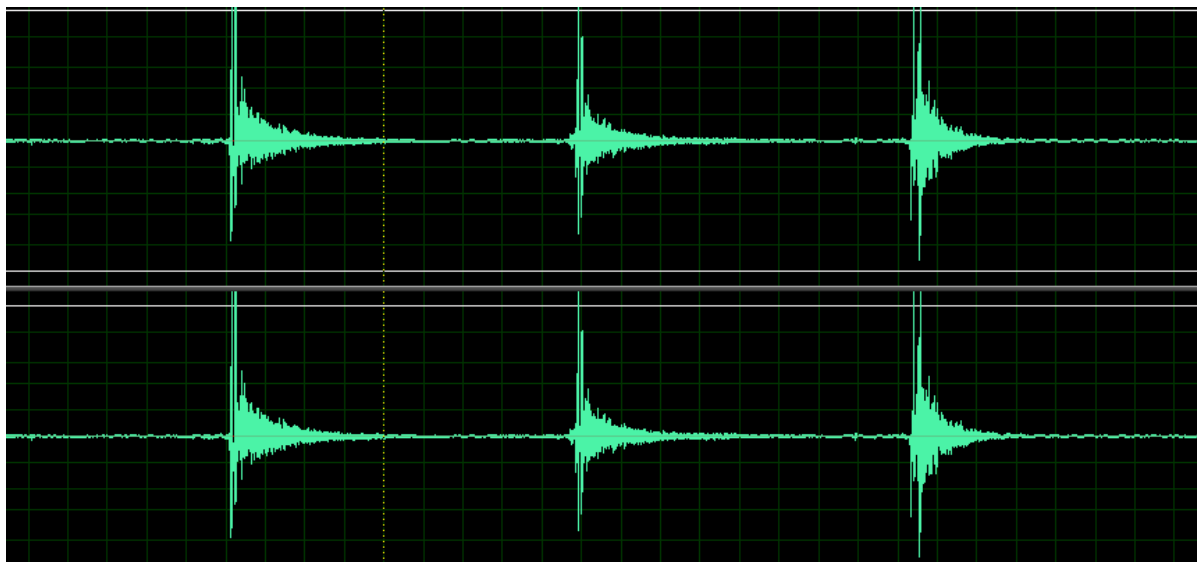


Na fotografiích vidíme vlnu vytvořenou pohybem ruky – jakoby zlomením ručníku. Jakmile vlna dojde na konec ručníku, škneme rukou zpět a tím dojde k prudkému napnutí ručníku a vystřelení jeho konce.



Přičemž konec ručníku opravdu koná v jednu chvíli pohyb po kružnici, jak je naznačeno v Obr. 1, akorát, že na ručníku nevzniká smyčka, nýbrž vlna. Právě ten malý okamžik, kdy konec ručníku koná pohyb po kružnici a překračuje přitom rychlost zvuku, ručník práskne.

Jak v našich experimentech ovlivnily prasknutí parametry délka ručníku a mokrost ručníku? Použili jsme 3 druhy ručníků s vhodným vláknem tak, že jejich délky byly přibližně 30, 60 a 100 cm. Každý jsme následně namočili. Zaznamenali jsme tedy 6 pokusů. Všechny jsme natočili vysokorychlostní kamerou a zaznamenali mikrofonom. Evidentně delší ručník vydává hlasitější zvuk než kratší. Stejně tak mokrá ručník vydává hlasitější zvuk než kratší. Délka se ale zdála být „silnějším“ parametrem než vlhkost ručníku.



## V. Závěr

Zjistili jsme, že nejvíce ovlivňuje zvuk materiál ručníku a to, jak je smotaný. Nejlepší materiál je ručník z tenkých hustých vláken (dobré je třeba hladké prostěradlo). Ručník musí být smotaný tak, aby se ke konci zúžoval. Dobré taky je, když je na konci volný roztřepený roh ručníku. Musí se také umět správe švihnout ručníkem.

Co tedy způsobuje prásknutí? Jak už bylo řečeno, konec ručníku opravdu překračuje rychlost zvuku a tedy by měl být slyšen zvukový třesk. Nicméně jsme přesvědčeni, že to není jediný zdroj hluku. Důležité je také to, jak se ručník při posledním šknutí napne. To může připomínat prudké narovnání papíru. Myslíme si, že toto je dokonce ještě silnější parametr, jelikož ne vždycky je rychlost zvuku překročena, ale zvuk prásknutí je vždy hodně podobný. Plesknutí ručníku samo o sebe jsme po zkoumání více videí zavrhlí.



7.11.2012

Proč mokrý ručník práská lépe než suchý? To je pravděpodobně způsobeno více faktory. Zaprvé, pokud uvažujeme rozdělení hmotnosti po délce ručníku, je tu ještě větší rozdíl mezi hmotností začátku a konce ručníku. Jelikož je na začátku ručníku více „hmoty“ nasákne více vody než konec – je tu tedy nejen rozdíl hmotnosti samotného ručníku ale také obrovský rozdíl množství nasáknuté vody – zrychlení z výše uvedeného Newtonova zákona se teda zvyšuje mnohem radikálněji. Krom toho, mokrý ručník se dá lépe smotat a je užší – proto na něj působí menší odpor vzduchu, může se tedy pohybovat rychleji. Mokrý ručník je také pevnější a při napnutí vytlačí více vzduchu – mezery mezi vlákny jsou vyplněné kapkami vody.