

# Výroba modelu oka

Jana Kyšková & Jan Legerský

Hraštice - Polní konference 2018

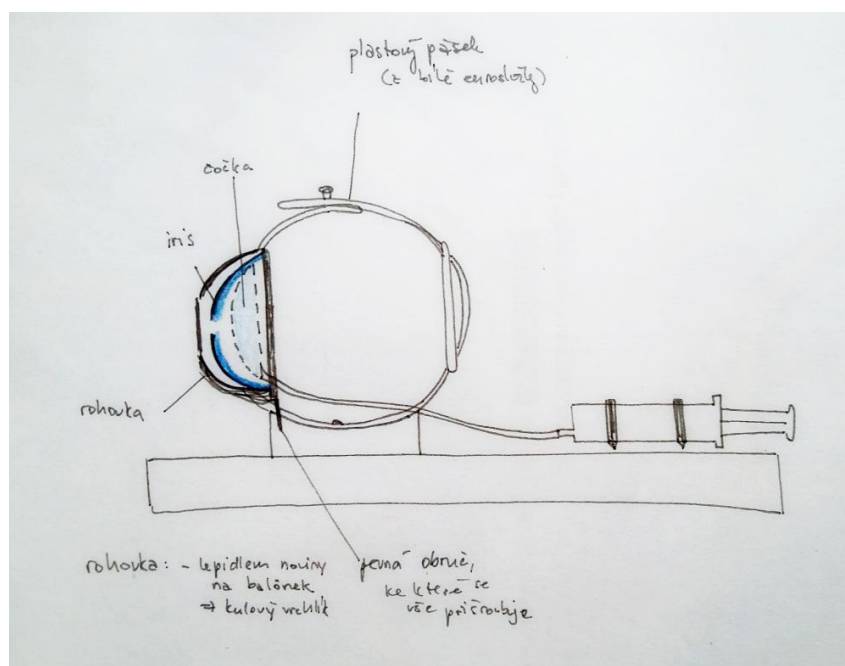
## 1 Úvod

Pro letošní Hraštici jsme si vytyčili nemalý cíl - sestrojít model oka, který by uměl akomodovat a měnit tím ohniskovou vzdálenost své čočky. Mohl by tak sloužit pro demonstraci funkce čočky a zrakových vad v důsledku deformace sítnice a vůbec celého oka. Představy o konstrukci však byly na začátku velmi mlhavé a zdálo se, že oko je cílem nedostižným.

### 1.1 Teoretický úvod

Oko je orgán složený převážně z čočky (*lens*), zornice (*iris*), rohovky (*cornea*), sítnice (*retina*), sklivce (*corpus vitreum*), řasnatého tělíska (*corpus ciliare*) a spousty dalších důležitých částí. V našem přiblížení jsme se rozhodli všechny části kromě čočky, zornice, rohovky a sítnice zanedbat.

Čočka je konstrukčně nejsložitějším prvkem celého systému. Její sestavení vyžaduje nepropustné spojení dvou průhledných blán tak, aby uvnitř udržely vodu. Do prostoru mezi blánami je zavedena hadička s injekční stříkačkou na konci nahrazující funkci řasnatého tělíska. Při vstříknutí vody ze stříkačky dochází ke změně mohutnosti čočky a k posunu jejího ohniska. Celá konstrukce je na obrázku 1.



Obrázek 1: Schéma modelu oka

Optická mohutnost je veličina, která říká, „jak je čočka tlustá“. Její jednotkou je dioptrie  $D$ , což je  $m^{-1}$ , neboť je definována jako převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti. Ohnisková vzdálenost je vzdálenost středu čočky od ohniska, což je bod, kde se rovnoběžné paprsky po průchodu čočkou protínají.

### 1.2 Použité přístroje, pomůcky

- Instalátorská trubka,  $\Phi \approx 12$  cm
- Hadička,  $\Phi \approx 5$  mm

- Injekční stříkačka,  $V \approx 25$  ml
- Průhledné fólie
- Elektrikářská páska
- Škrob, noviny, nafukovací balónek
- Dřevěná lišta, dřevěné hranolky
- Pilka, smirkový papír, vrtačka

### 1.3 Postup práce

#### Výroba čočky

Jak již bylo řečeno, čočka se ukázala být největším oříškem, udržet vodu izolovanou mezi dvěma fóliemi nebyl snadný úkol. Nejprve jsme sestavili několik cvičných čoček, které sice měly ohnisko uspokojivě zaostřené, ale netěsnily a voda z nich pomalu vytékala. Nejúspěšnější model čočky se skládal z prstence odřezaného z plastové instalatérské trubky průměru asi 12 cm a širokého asi 4 cm, do kterého jsme vyvrtali díru pro hadičku. Obě fólie jsme těsně přilepili a stáhli k trubce elektrikářskou izolační páskou, která je na rozdíl od obyčejné izolepy pružná a proto fólie dostatečně přimkla k trubce. Do otvoru v prstenci jsme zarazili hadičku (ze stěračů staré Škodovky) tak, aby těsnila. Pomocí hadičky a injekční stříkačky jsme čočku naplnili vodou. Vzduchové bubliny jsme pak odstranili propíchnutím fólie malou dírkou, kterou jsme posléze zalepili izolepou.



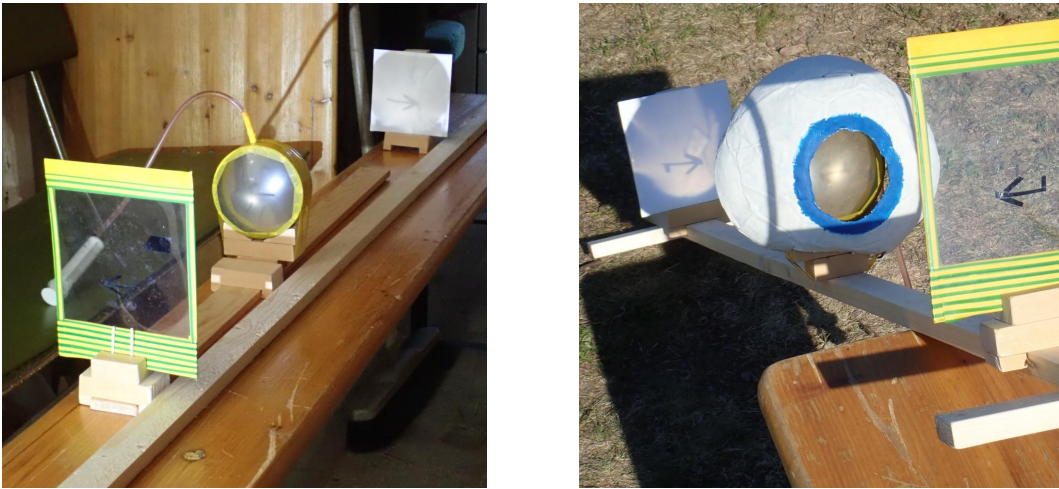
Obrázek 2: Pokusná a finální čočka

#### Kašírování oční bulvy

Oční bulva a rohovka coby kryt čočky vznikly metodou kašírování. Na nafukovací balónek jsme škrobovým lepidlem nanесли vrstvu novinových proužků, která na slunci ztuhla a po odstřížení nepotřebných částí vytvořila tvar rohovky. Lepidlo bylo uvařeno ze tří lžic škrobu v 0,5 litru vody, přičemž jsme pozorovali, že lepidlo je newtonovskou kapalinou.

#### Optické lavice

Vše jsme upevnili na optickou lavici z dřevěné lišty, čočka byla pevně přišroubovaná, stínítko jakožto sítnice a předmět byly upevněny na pohyblivých dřevěných jezdcích.



Obrázek 3: Optická lavice a celá aparatura

## 2 Výsledky měření

### 2.1 Laboratorní podmínky

Telota: Proměnlivá, až 26 °C

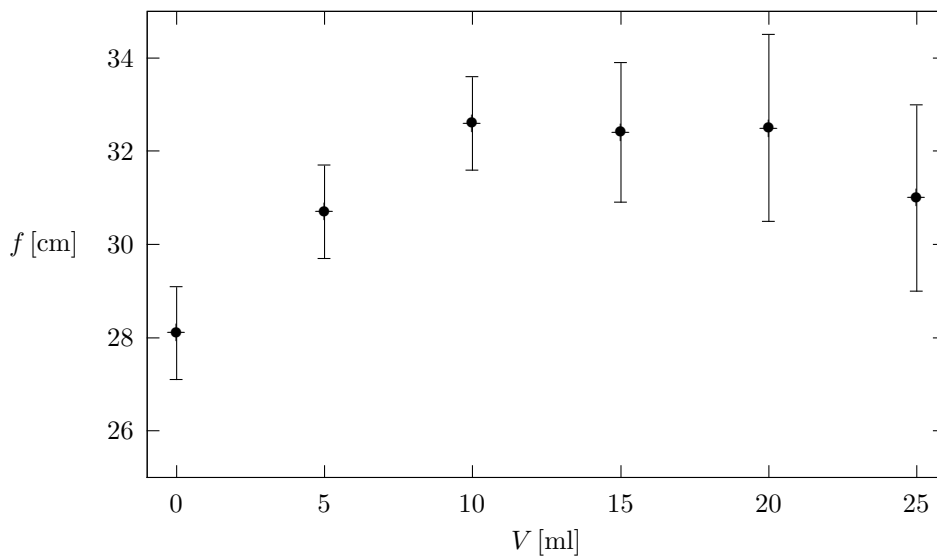
Tlak vzduchu: 980 hPa

Vlhkost vzduchu: Záleželo na tom, kdo zrovna umýval nádobí

### 2.2 Způsob zpracování dat a výsledky měření

Funkci aparatury jsme ověřili proměřením závislosti ohniskové vzdálenosti na objemu vody v čočce. V grafu 4 je na ose  $x$  vynášen pouze objem vody ve stříkačce, tedy objem  $V = 0$  ml odpovídá stavu, kdy je všechna voda v čočce a stříkačka je prázdná. Nasáváním vody do stříkačky dochází ke zmenšení optické mohutnosti čočky. Při měření ohniskové vzdálenosti chyba nalezení ohniska kolísala mezi 1 cm a 2 cm. Při naplněné čočce se ohnisko hledalo snáze než při vypuštěné, proto bylo měření přesnější pro naplněnou čočku. V grafu 4 za relevantní tedy považujeme první tři body a graf celkově za rostoucí.

Obrázek 4: Poloha ohniska v závislosti na objemu vody v čočce



### 3 Diskuse

Měřená závislost ohniskové vzdálenosti na objemu vody v čočce byla zjištěna jako nepřímo úměrná mohutnosti čočky, což je ve shodě s teorií. Když čočka ostří na blízko, smršťuje se a její optická mohutnost se zvětšuje, naopak když se dívá do dálky, její mohutnost se zmenšuje. Tyto změny jsme pozorovali na změně polohy ohniska při přidávání vody do čočky.

### 4 Závěr

Aparatura byla sestavena úspěšně a k našemu velkému údivu přežila až do večerní konference a dokonce přečkala i následný transport Petrem do Prahy, kterýžto ji po celou dobu chránil jako oko v hlavě.

Howgh.



Obrázek 5: Náš tým :)