

Laserový Dopplerovský Anemometr – Do It Yourself

David Čech
Energetický ústav



KOMERČNÍ A DIY PŘÍSTROJE

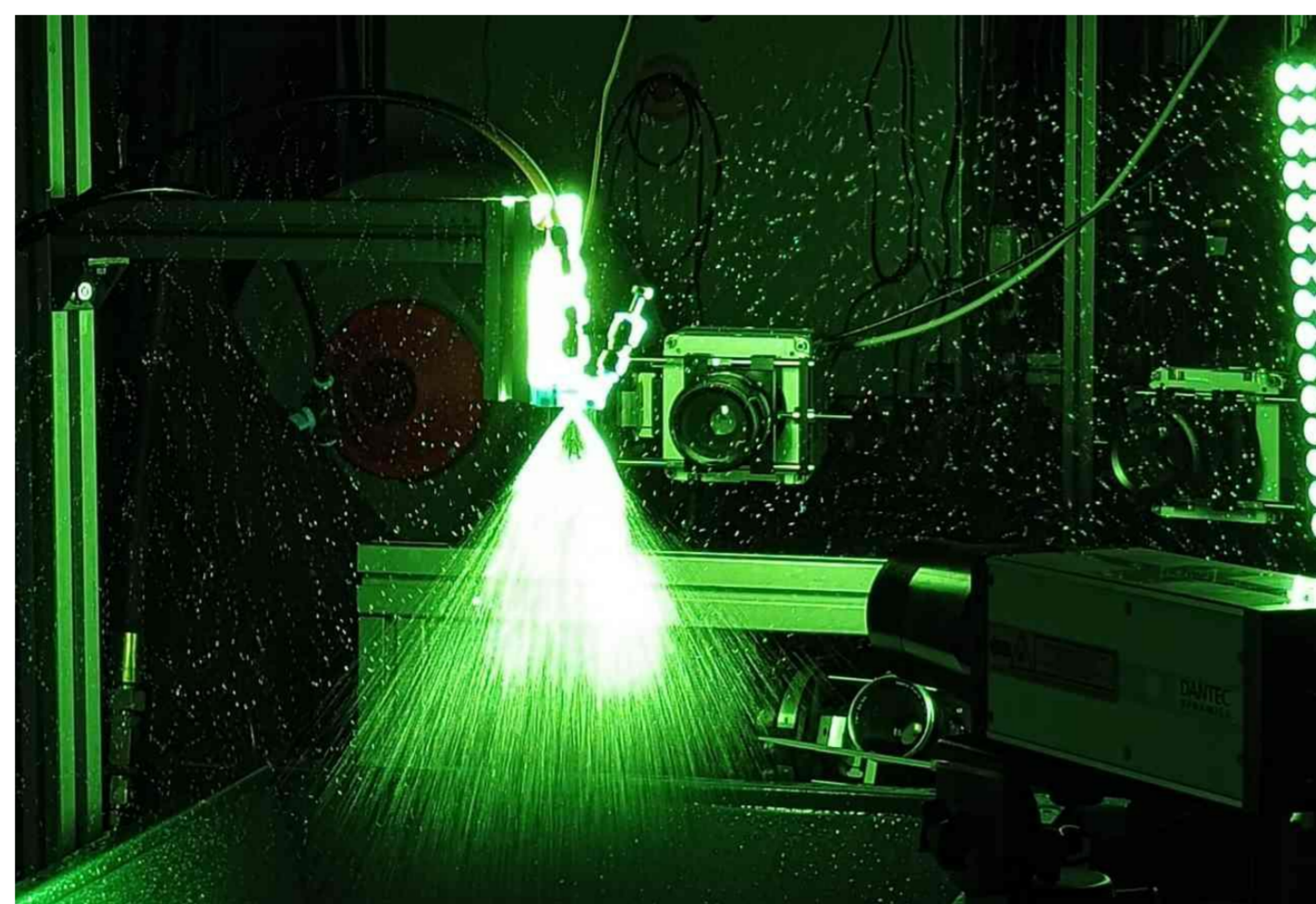


Profesionální firmy a jejich cena LDA

- Dantec Dynamics - 48 000–450 000 €
- ILA - 25 000–120 000 €
- Artium - 133 500–319 100 USD
- LaVision

DIY projekty

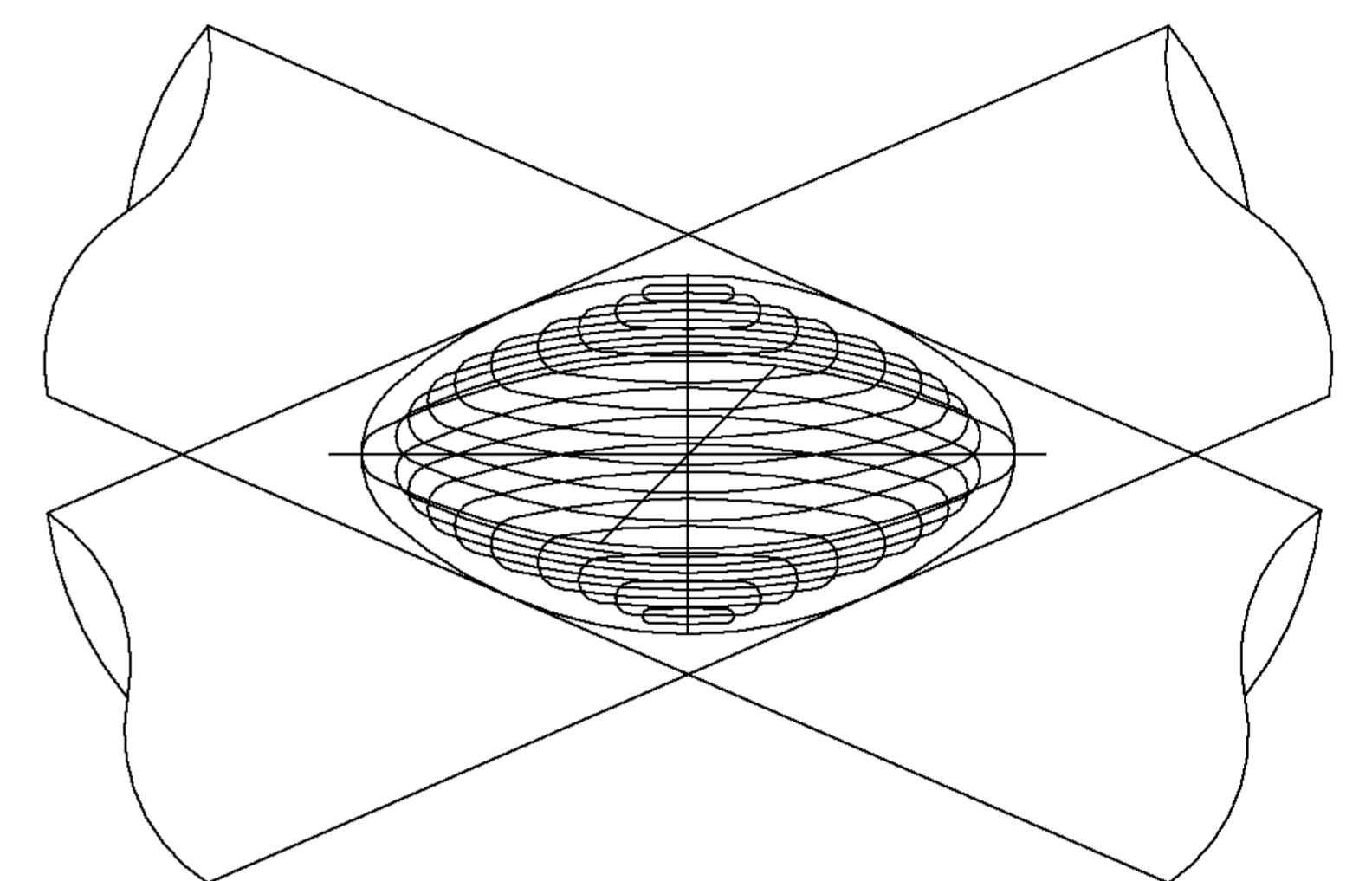
- Zaron – optická myš
- Paone & Scalise
- Martin Löffler Mang – MiniLDV
- Kuo – LDV s DMD
- FIEVel



PRINCIP LASEROVÉHO DOPPLEROVSKÉHO ANEMOMETRU



- Vytvoření měřicího objemu
 - Rozdělení laserového paprsku
 - Protnutí laserových paprsků
 - Interference
- Detekce rozptýleného světla
 - Průchod částice měřicím objemem
 - Odraz světla z interferenčních rovin
 - Zachycení rozptýleného světla
- Výpočet rychlosti
 - Úprava signálu
 - Fourierova transformace
 - Zjištění dopplerovské frekvence
 - Dosazení do vzorce

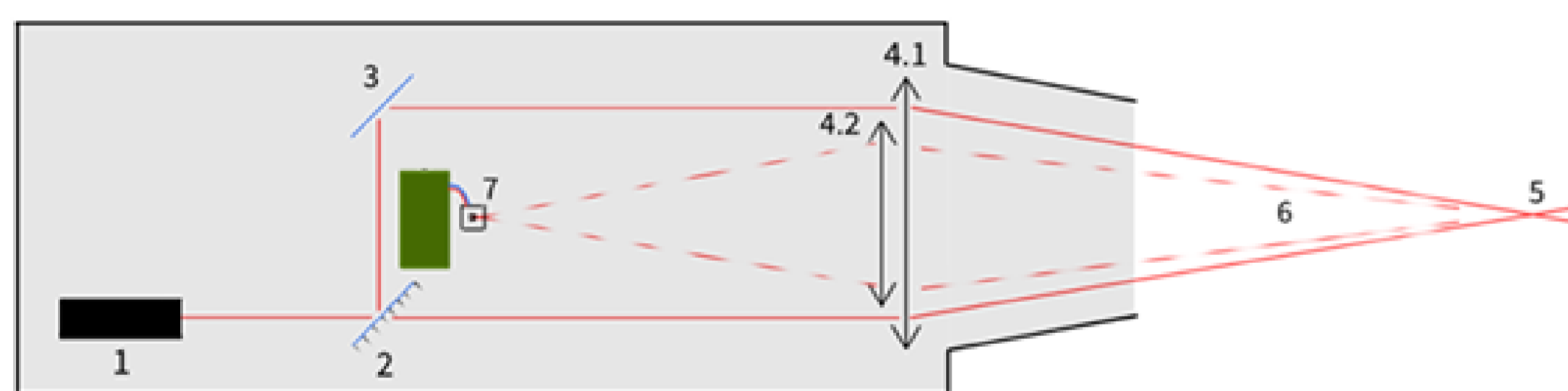


$$v = f_D \cdot \delta_f$$

NÁVRH A REALIZACE PŘÍSTROJE



1. Laser
2. Beamsplitter
3. Zrcadlo
4. Spojné čočky
5. Měřicí objem
6. Rozptýlený objem
7. Dioda

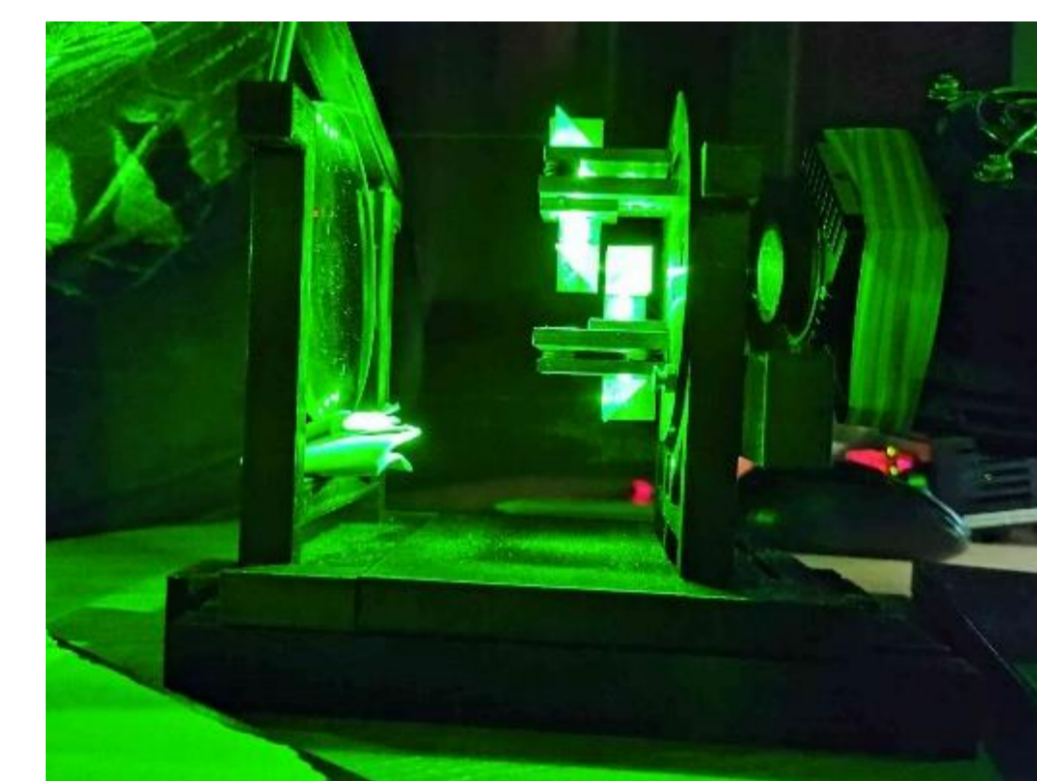


NÁSLEDUJÍCÍ ITERACE PŘÍSTROJE



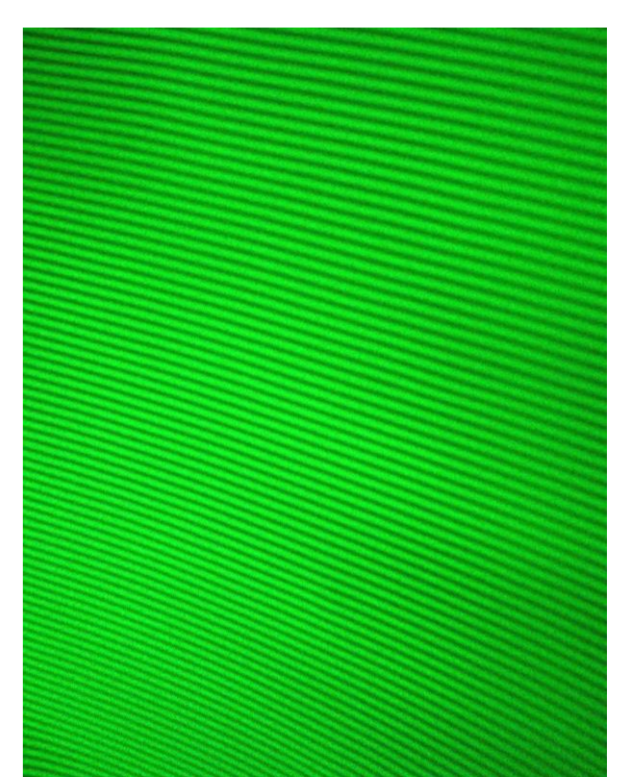
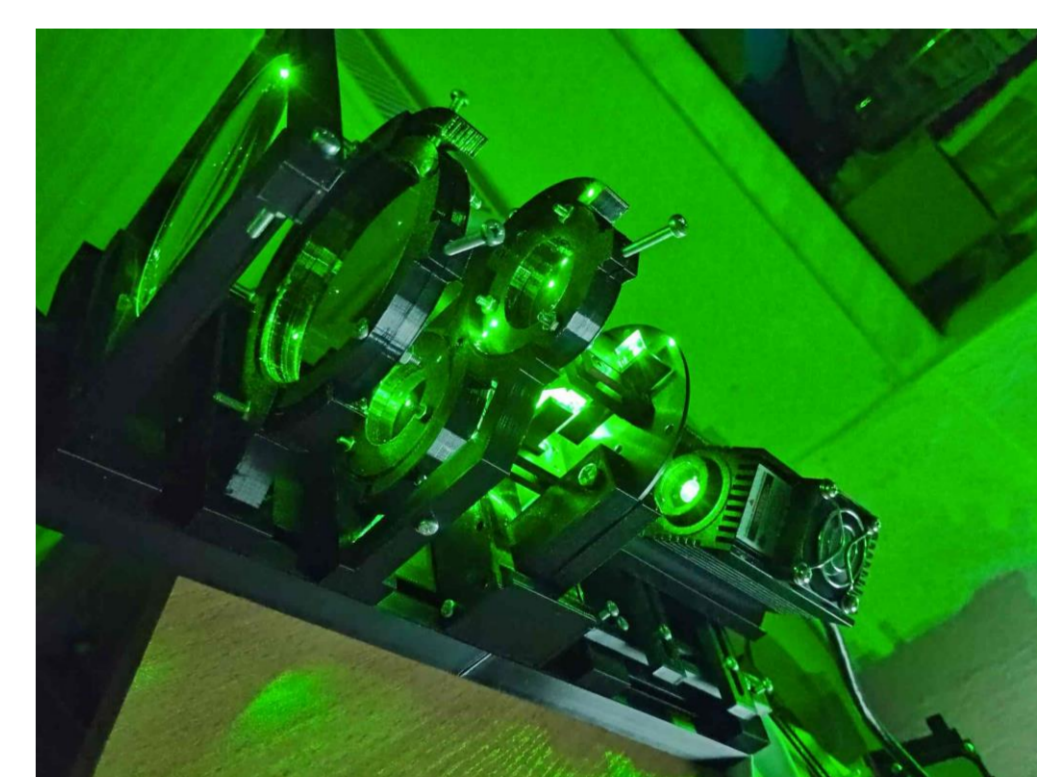
Největší chyby 1. iterace

- Rozdíl optických drah
- Polarizace paprsků
- Světelný šum
- Šum elektronických komponent



Největší chyby 3. iterace

- Šum elektronických komponent
- Kalibrace přístroje
- Program na vyhodnocení výsledků



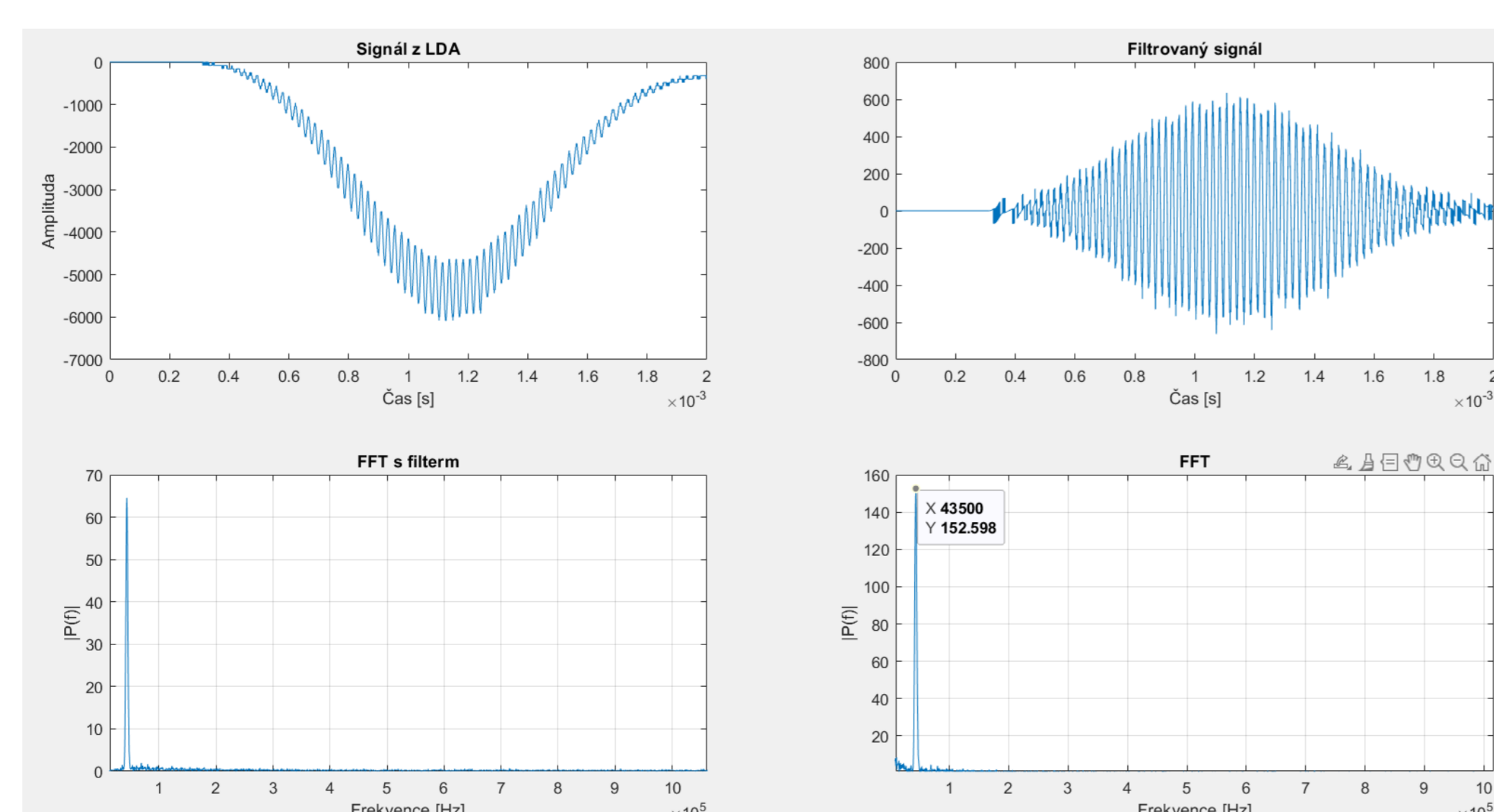
VÝSLEDKY ORIENTAČNÍCH MĚŘENÍ



- Ověření funkčnosti přístroje v jednoduchých situacích
- Výsledek rychlosti je průměr více měření
- Správnost výsledků nebyla ověřena

| Situace | Rychlost |
|------------------|----------|
| Nosní sprej | 16 cm/s |
| Dým nad svíčkou | 13 cm/s |
| Deodorant 1 m | 17 cm/s |
| Deodorant 0,2 m | 4 m/s |
| Deodorant 0,05 m | 19 m/s |

- Příklad jednoho z měření nosního spreje
- Naměřená frekvence je 43,5 kHz
- Výpočítaná rychlost tohoto měření je 12,08 cm/s



ZÁVĚR



V práci bylo dosaženo

- Rešerše problematiky
- Popis funkce LDA
- Návrhu nízkonákladového LDA
- Sestavení funkčního přístroje
- Experimentální ověření

Budoucí iterace

- Vhodnější optické komponenty
- Více komponent pro zlepšení přístroje
- Robustnější konstrukce
- Lepší detektor

| Komponenty | Cena [CZK] |
|---|------------|
| Laser LSR532NL (532 nm, 500 mW) | 13 378,86 |
| Lavinová fotodioda (MTAPD-07-013) | 580,3 |
| Zesilovač signálů pro fotodiodu | 1015,08 |
| Materiál pro 3D tisk (PLA) | 439,7 |
| Optické komponenty (beamsplitter, čočky, zrcátka) | 409 |
| Celková cena vlastního přístroje | 15 822,94 |