

Měření elektronové hustoty a teploty pomocí Thomsonova rozptylu - kalibrace

MIROSLAV ŠOS

VEDOUCÍ PRÁCE: ING. PETR BÖHM PH.D. ÚFP AV

15.1.2015

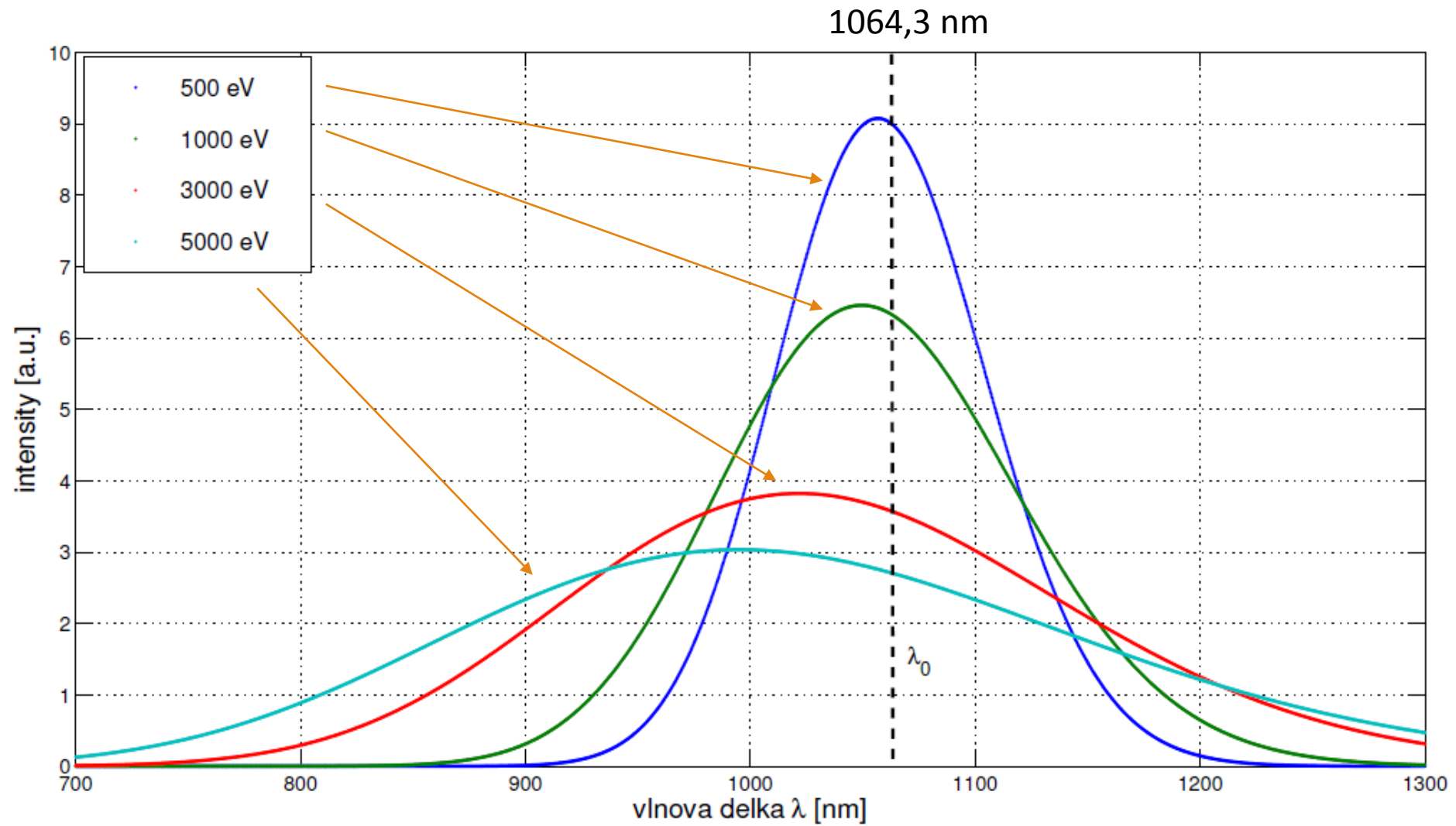
Obsah

- Motivace
- Úvod do teorie Thomsonova rozptylu
- Uspořádání diagnostiky
- Kalibrace polychromátorů

Teorie Thomsonova rozptylu

- ❑ Pružný rozptyl EM vlny na volných elektronech/iontech
- ❑ Koherentní/nekoherentní rozptyl
- ❑ Salpeterův parametr
- ❑ Dopplerův efekt

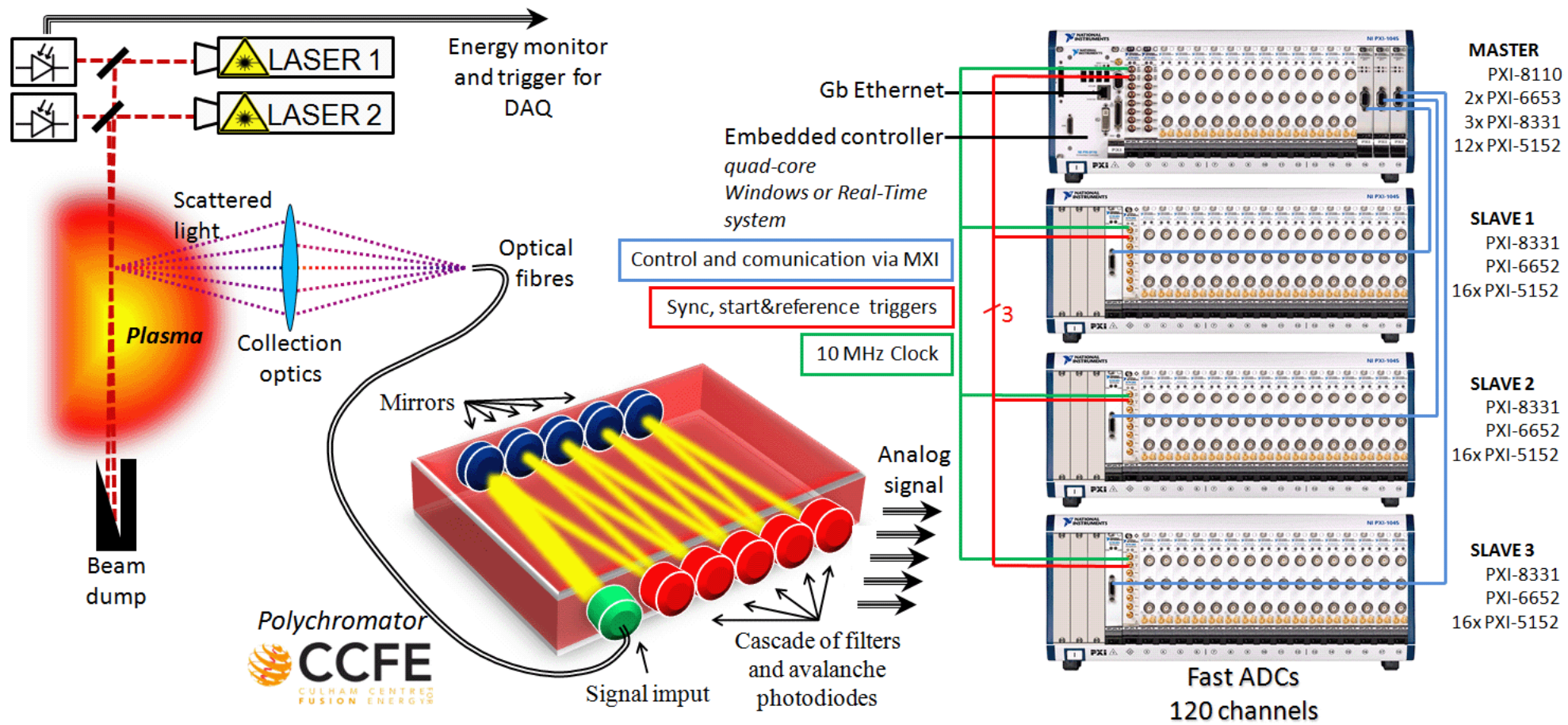
$$\alpha = \frac{1}{k \lambda_D} = \frac{\lambda_0}{4 \pi \lambda_D \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$



Obrázek 1: Simulace posuvu spektra z důvodu Dopplerova efektu (Tripský, 2011)

Sestava diagnostiky

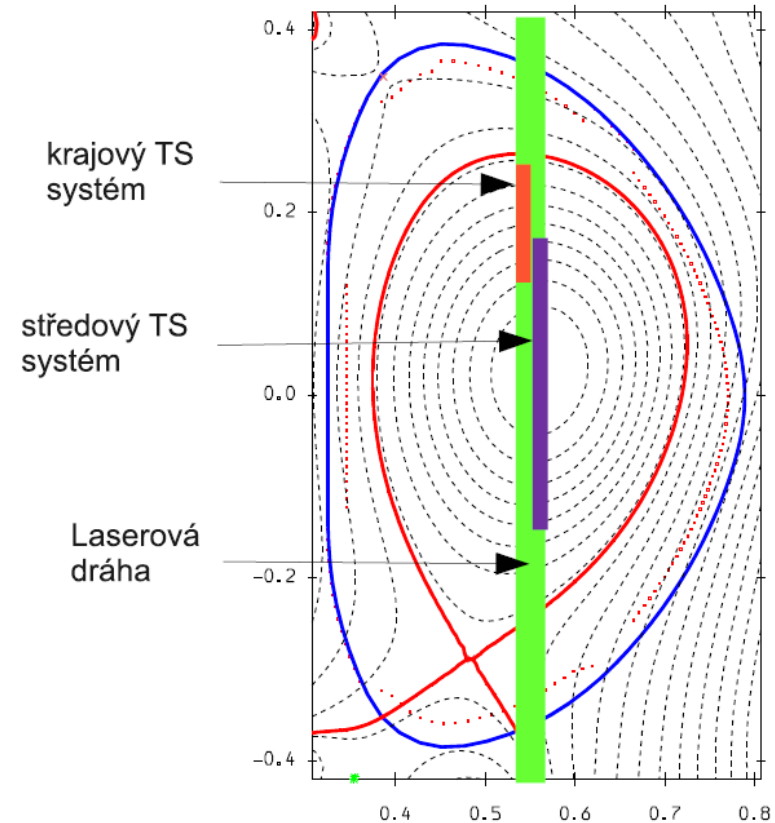
- ❑ Zdroj EM záření = 2 Nd:YAG lasery (1064,3 nm)
- ❑ Sběrná a přenosová optika
- ❑ Polychromátory
- ❑ Rychlé ADC kanály



Obrázek 2: Experimentální sestavení diagnostiky (COMPASS, 2014)

Průběh měření

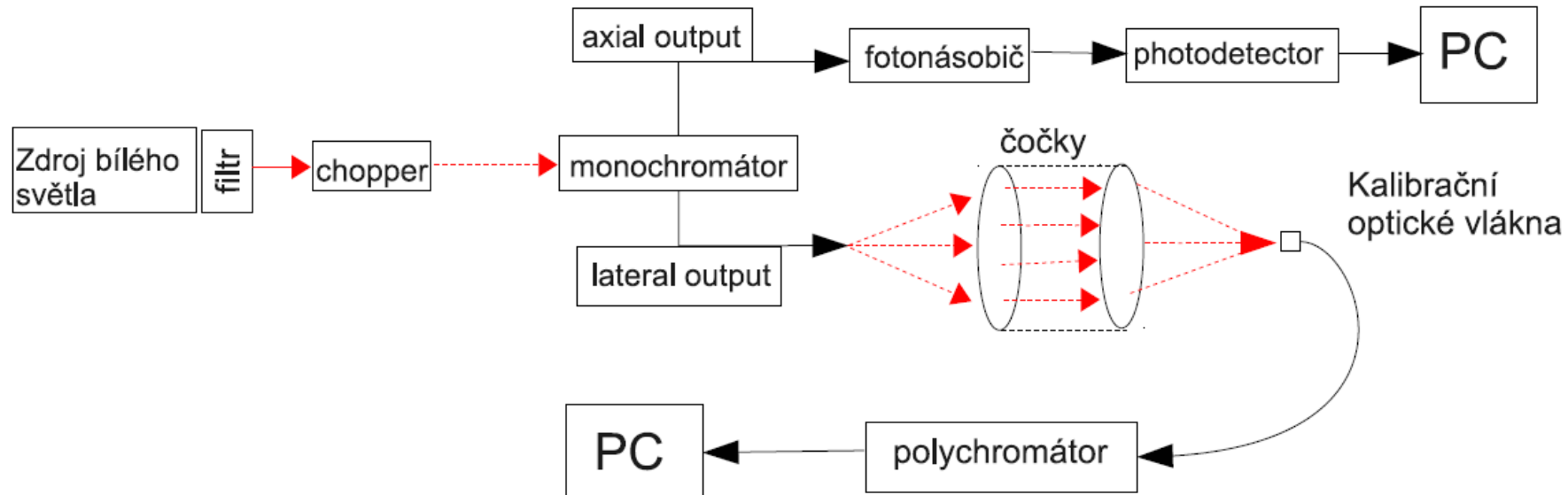
- Sběr z vertikálních bodů
- Krajový : 7 čoček : 200 - 300 mm
- Středový : 5 čoček : -30 - 210 mm
- Celkem 56 bodů
- 28 polychromátorů



Obrázek 3: Rozložení měřících bodů v tokamaku (Tripský, 2011)

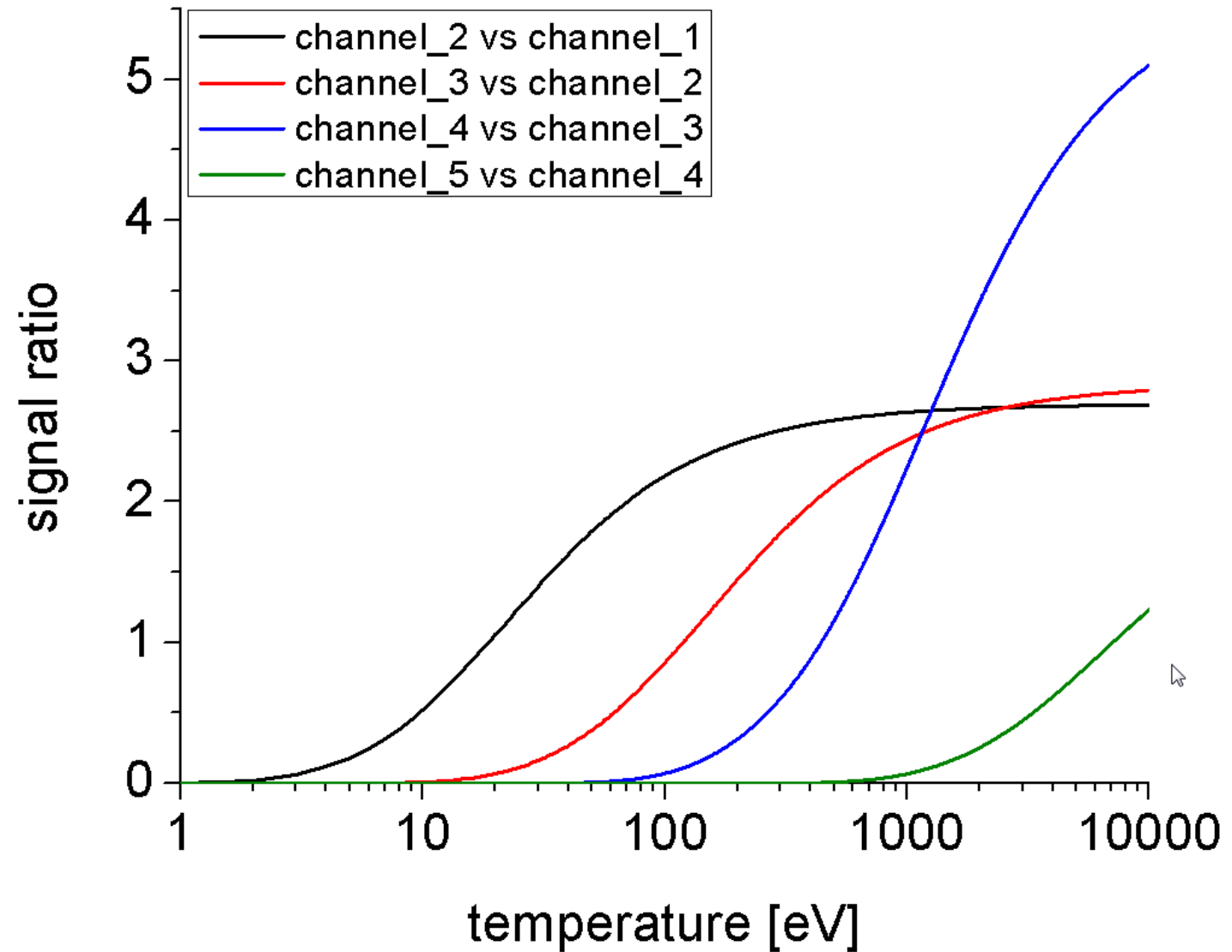
Kalibrace polychromátorů

- Horní rameno – korekce zdroje
- Dolní rameno – kalibrace



Obrázek 4: Souprava pro měření zdroje, samotná kalibrace (Tripský, 2011)

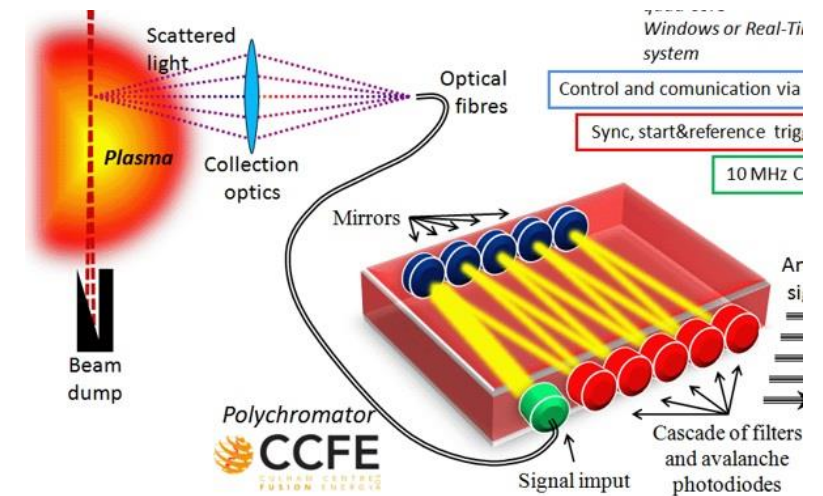
Výsledky



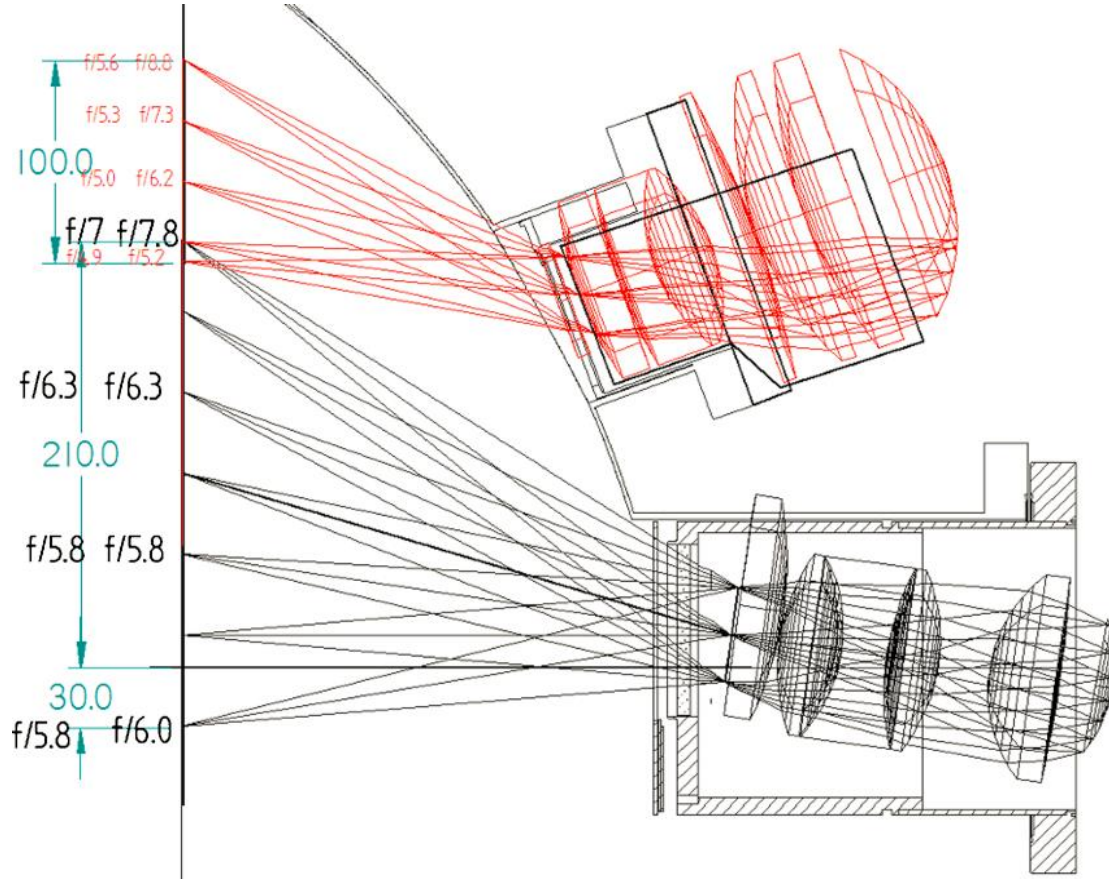
Obrázek 5: Výsledné poměry přijímaného signálu na jednotlivých filtrech v závislosti na teplotě (Aftanas, 2012)

Vylepšení kalibrace

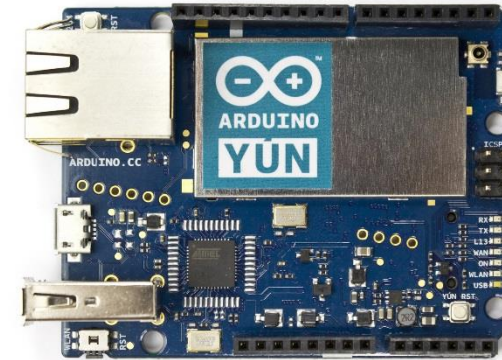
- ❑ Proměření signálu, který prochází celou optickou soustavou
- ❑ Postupné nasvětlování měřených bodů
- ❑ Automatizace – Arduino
- ❑ Krokový motor
- ❑ Komunikace s detekčním zařízením



Vylepšení kalibrace



Obrázek 5: Design sběrné optiky na COMPASS (Bílková, 2010)



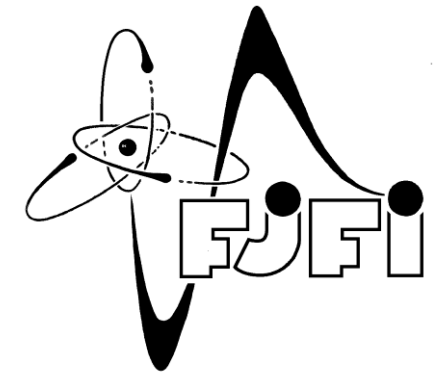
Obrázek 6: Arduino chip YUN (arduino.cc)



Obrázek 7: Stepper motor (arduino.cc)

Závěr

- Seznámení se s diagnostikou
- Provedení kalibrace
- Srovnání se starými výsledky
- Vylepšení proměřením celé soustavy
- Automatizace

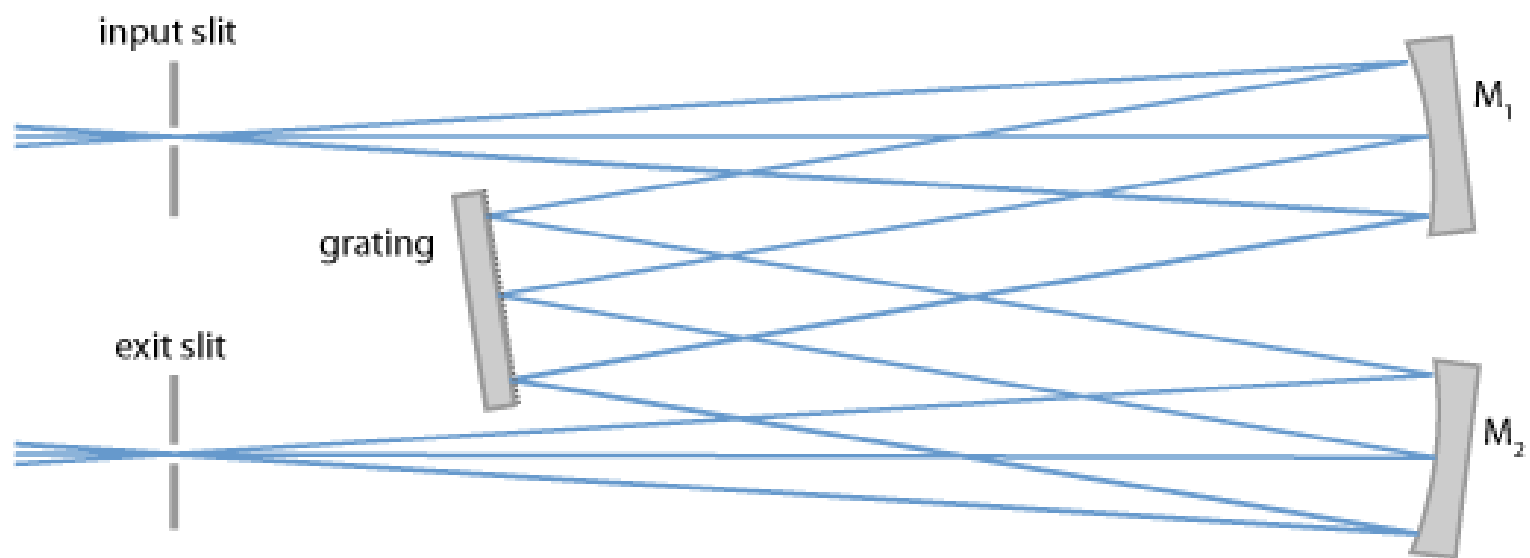


Děkuji vám za pozornost.

MIROSLAV ŠOS

Reference

- Donné, A. J. H. et al., 2008. *Laser-aided plasma diagnostics*. Fusion Science and Technology, Vol. 53, pp. 397 – 414.
- Tripský, M., 2011., *Kalibrace polychromátorů a jejich používání pro diagnostiku Thomsonova rozptylu*, bakalářská práce.
- Bílková, P. et al., 2010., *Design of new Thomson scattering diagnostic systém on COMPASS tokamak*,
- Aftanas, M. et al., 2012., *Thomson scattering on COMPASS — commissioning and first data*, IOP Science
- COMPASS tokamak. *Experimental setup*. [online] Dostupný:
<http://www.ipp.cas.cz/Tokamak/euratom/images/diagnostics/thomson/thomson_1_bigt.png>



Obrázek 8: Czerny-Turner monochromator (Photonics, 2015)