



Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Ing. Tomáš Hlinčík, Ph.D.



Úvod – Ramanova spektroskopie

- Spektrální metoda založena na neelastickém rozptylu monochromatického záření.
- Během tohoto děje se vyměňuje energie mezi fotony a molekulou tak, že rozptýlený foton má vyšší nebo nižší energii než foton původní.
 - Rozdíl je způsoben změnami v rotačních a vibračních energiích molekuly.

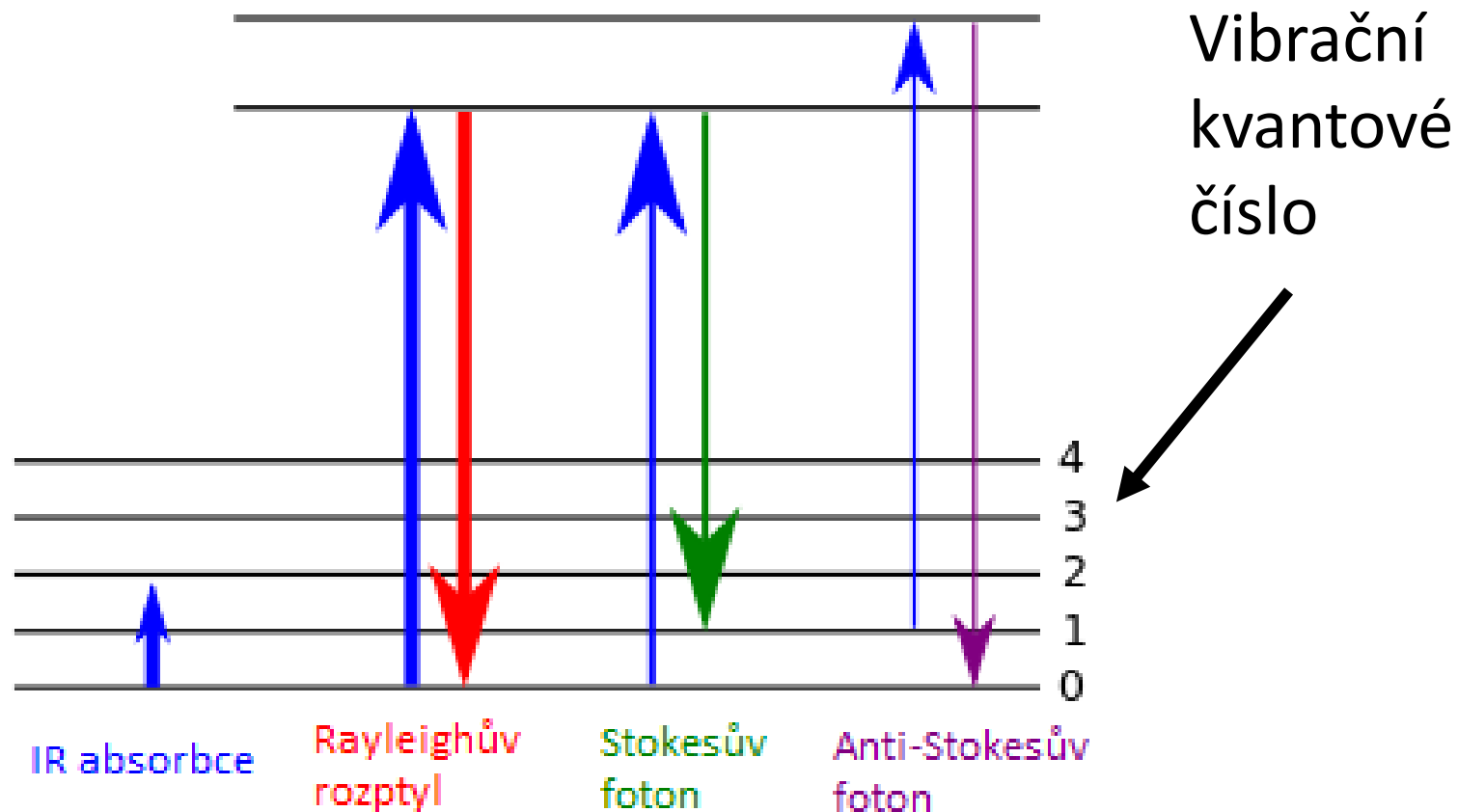


Úvod – Ramanova spektroskopie

- Rayleighův rozptyl – elastická srážka fotonu s molekulou → změni směr, ale nepředá molekule energii.
- Ramanův rozptyl – neelastická srážka fotonu s molekulou → foton interaguje s molekulou, ta následně vyše foton s menší energií, protože část energie je spotřebována na zvýšení vibrační energie molekuly – **Stokesovy linie**. Nebo foton převezme vibrační energii molekuly, vyslaný foton má následně vyšší energii (kratší vlnovou délku) – **anti-Stokesovy linie**.



Úvod – Ramanova spektroskopie





Úvod – Ramanova spektroskopie vs. IČ

- Ram. spektroskopie stejně jako IČ poskytuje informaci o vibračních (a rotačních) pohybech polyatomických částic.
- Vibrační frekvence molekul jsou nezávislé na tom zda studujeme RS nebo IČ, ale intenzity spektrálních linií budou pro obě spektroskopické techniky odlišné.
- V RS je intenzita pásů úměrná druhé mocnině změny polarizovatelnosti během vibračního pohybu.
- V IČ je intenzita pásů úměrná druhé mocnině změny dipólového momentu.

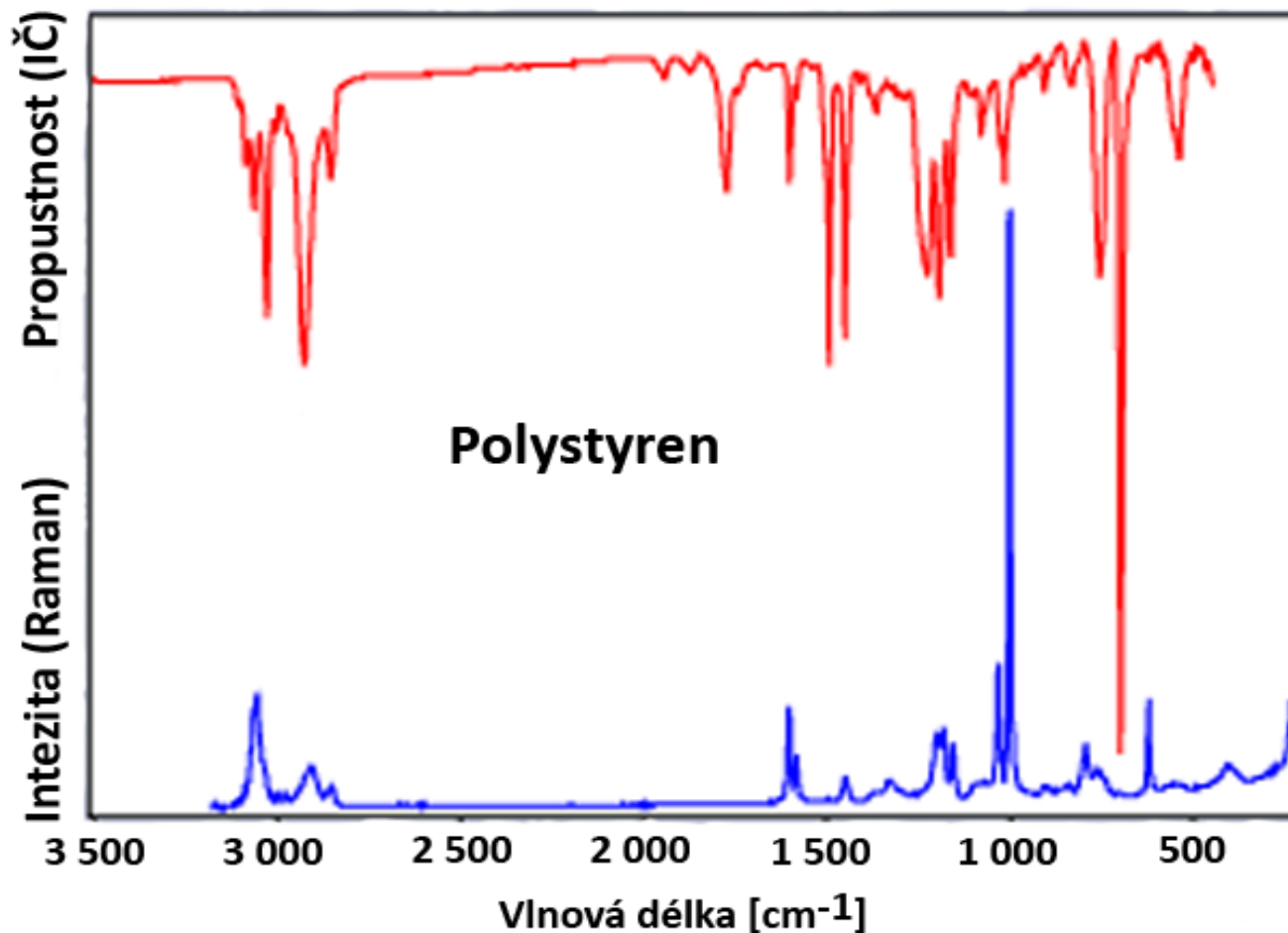


Úvod – Ramanova spektroskopie vs. IČ

- V infračervených spektrech jsou intenzivní pásy pro vibrace s výraznou změnou dipólového momentu – vibrace polárních skupin, např. -OH ; -C=O , -NO_2 .
- V Ramanových spektrech jsou intenzivnější pásy vícenásobných symetrických vazeb – např. $\text{-C}\equiv\text{C-}$, -N=N- .
- Vzhled RS a IČ spekter je silně ovlivněn symetrií molekul a symetrií jednotlivých vibračních pohybů.
- Pro molekuly s vysokou symetrií se stávají obě spektra navzájem doplňkovými.

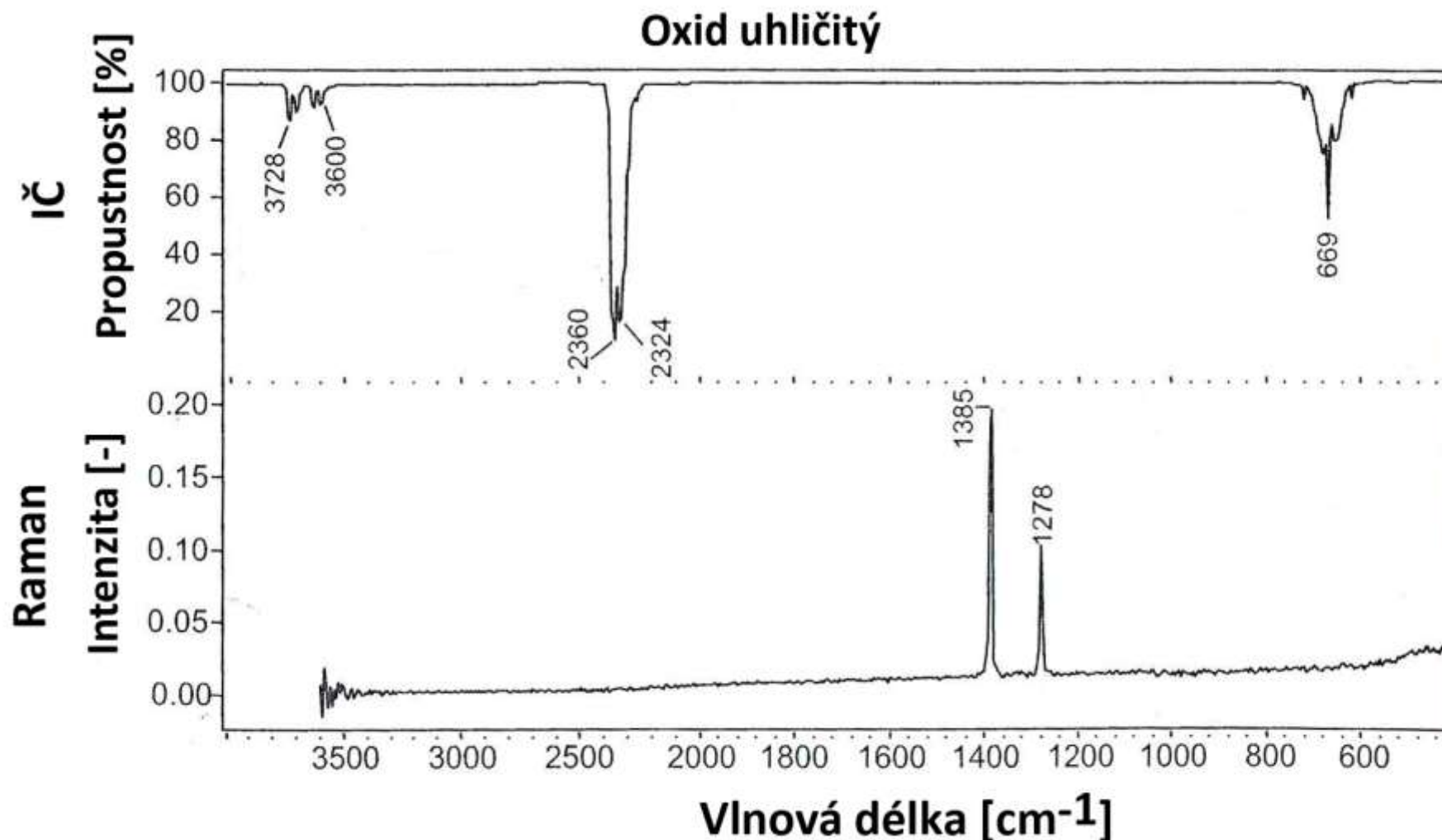


Úvod – Ramanova spektroskopie vs. IČ





Úvod – Ramanova spektroskopie vs. IČ





Ramanův spektrometr MonoVista Macro

- Patří mezi disperzní Ramanovy spektrometry s vysokým rozlišením.
- Součástí jsou dva excitační diodové lasery – 532 nm a 785 nm s výkonem 500 mW.
- Přístroj obsahuje monochromátor s fokální vzdáleností 750 mm a otočným turetem se třemi pozicemi pro mřížky – 1 800, 1 500 a 600 vrypů/mm s pracovním rozmezí 350 – 1 100 nm.
- Rozlišení spektroskopického CCD detektoru je 2 000 x 256 pixelů s rozsahem měření 300 – 1 050 nm, který je termoelektricky chlazen na -80 °C.



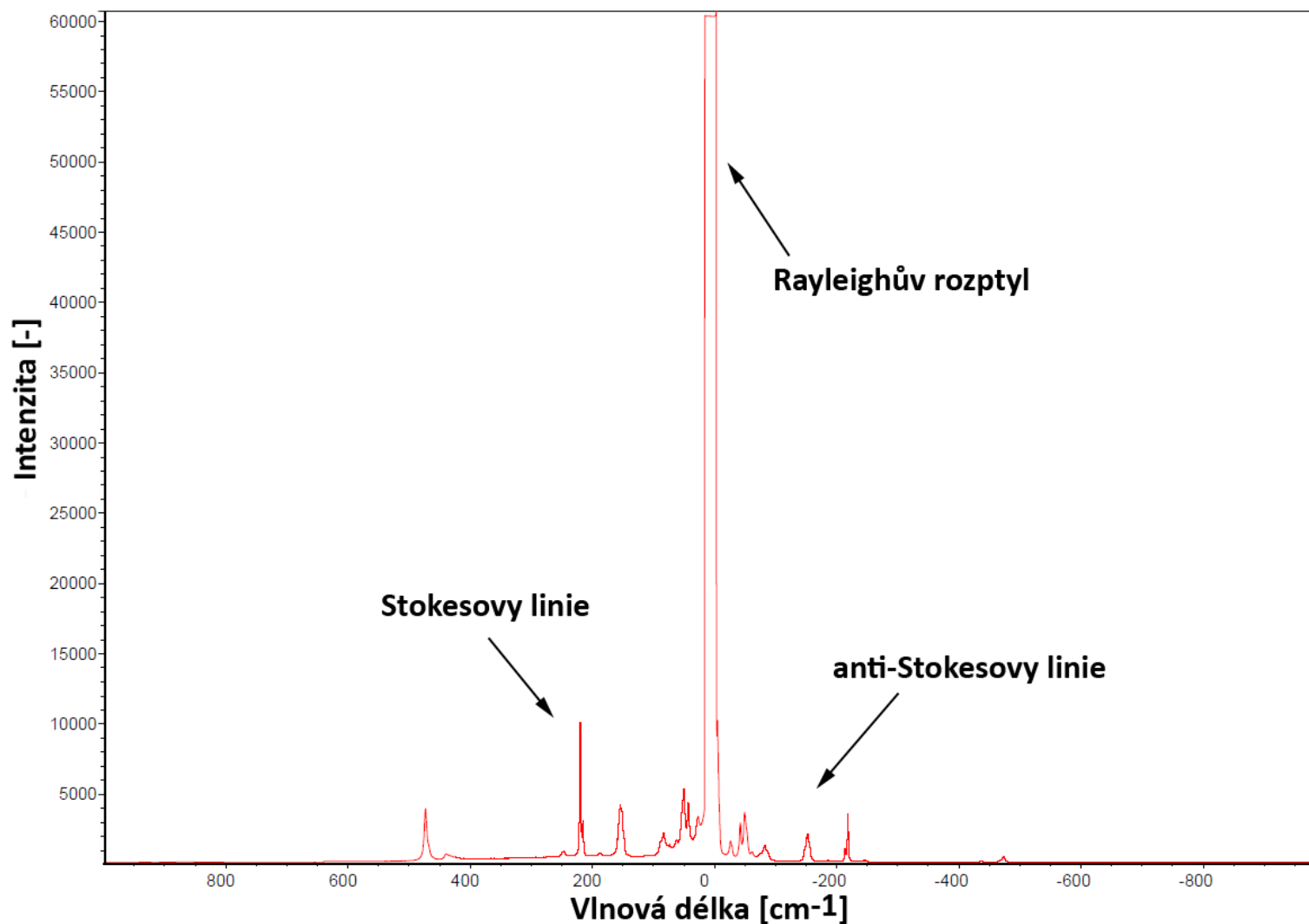
Ramanův spektrometr MonoVista Macro

- Ramanův přístroj umožňuje měřit ve Stokesově i anti-Stokesově rozptylu. Pro toto měření obsahuje přístroj sadu Ultra Narrow band Notch filtrů pro 532 nm laser s hranicí nižší než 10 cm^{-1} .

Spektrální rozlišení (FWHM)	Dolní hranice měření vzhledem k Rayleighově linii	
$< 0,7 \text{ cm}^{-1}$	$< 10 \text{ cm}^{-1}$	pro laser 532 nm
$< 0,4 \text{ cm}^{-1}$	$< 50 \text{ cm}^{-1}$	pro laser 785 nm



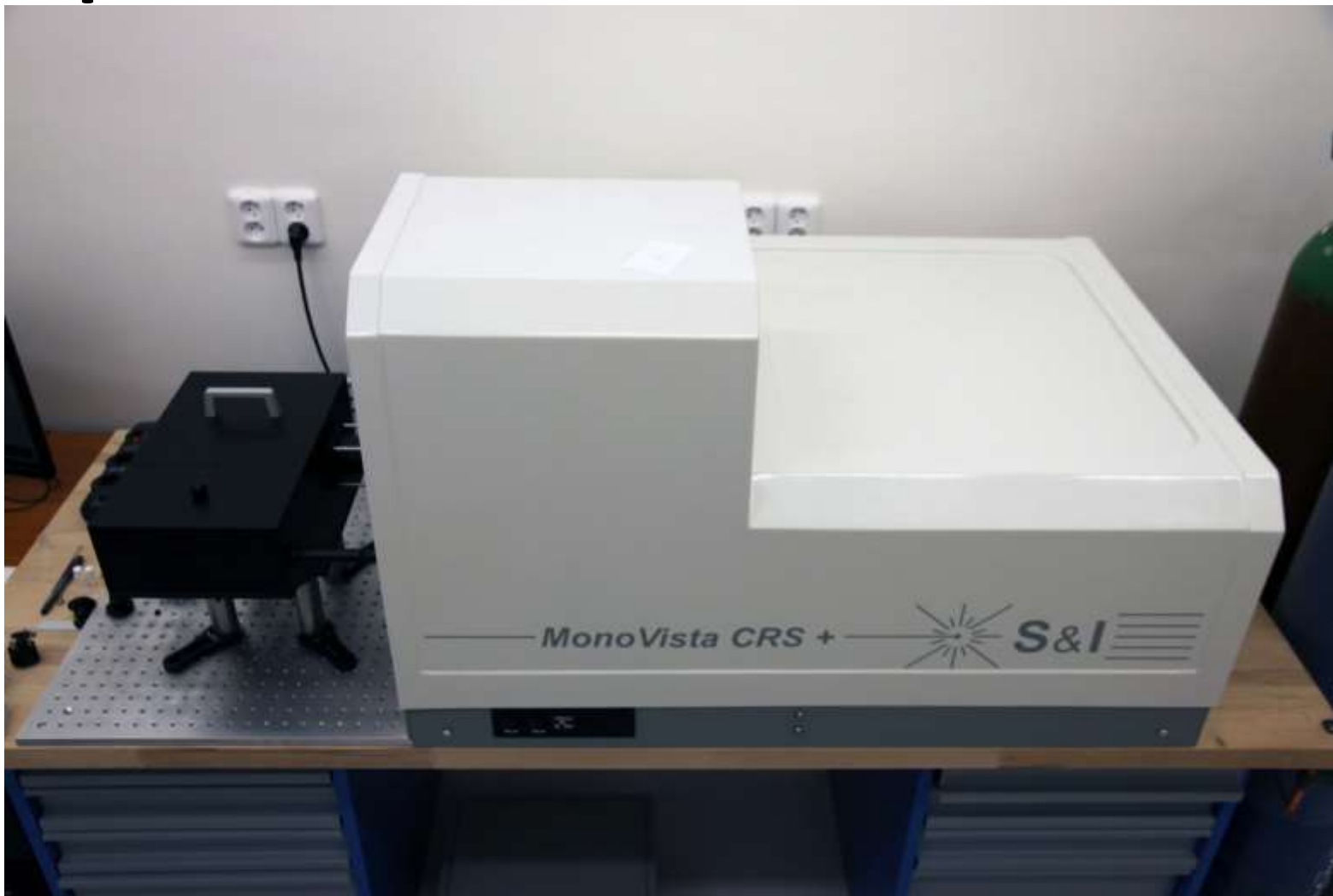
Ramanův spektrometr MonoVista Macro



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



Ramanův spektrometr MonoVista Macro



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



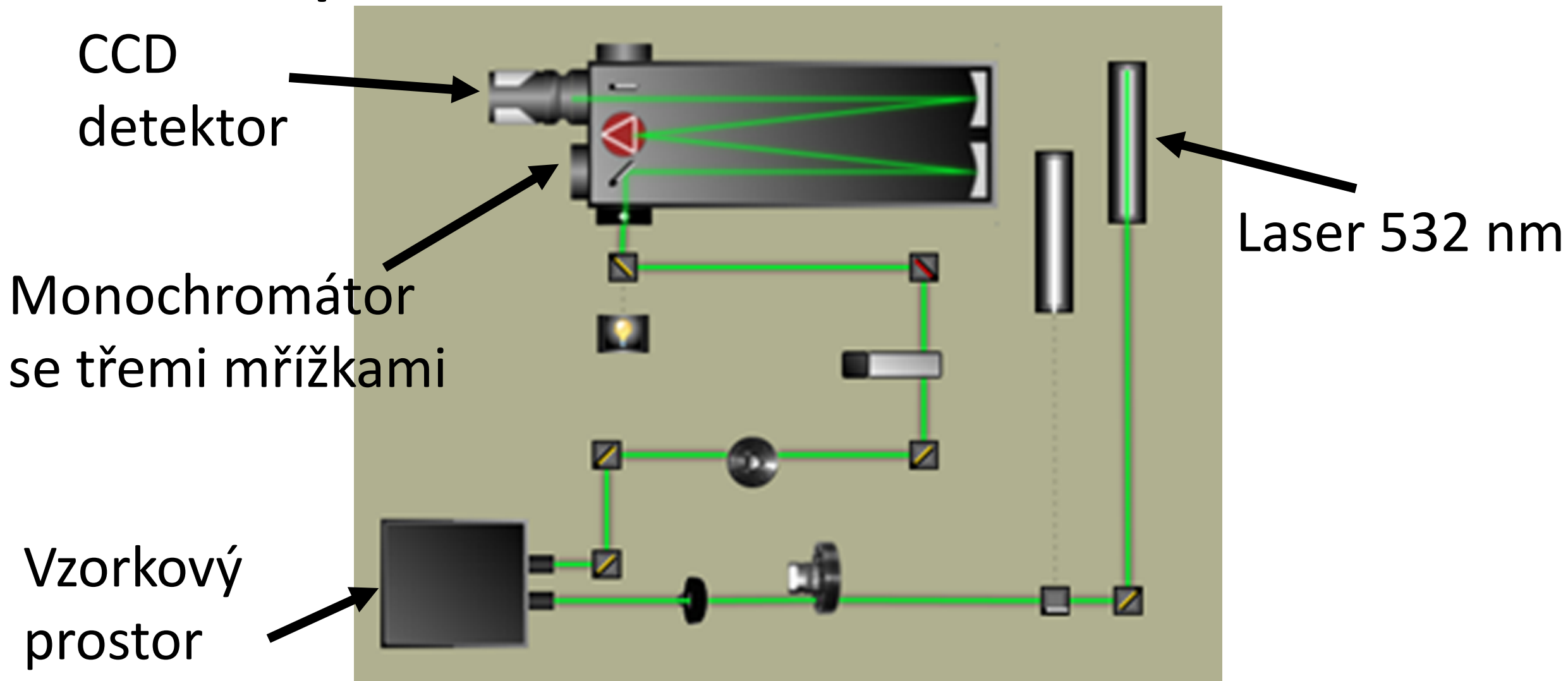
Ramanův spektrometr MonoVista Macro



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



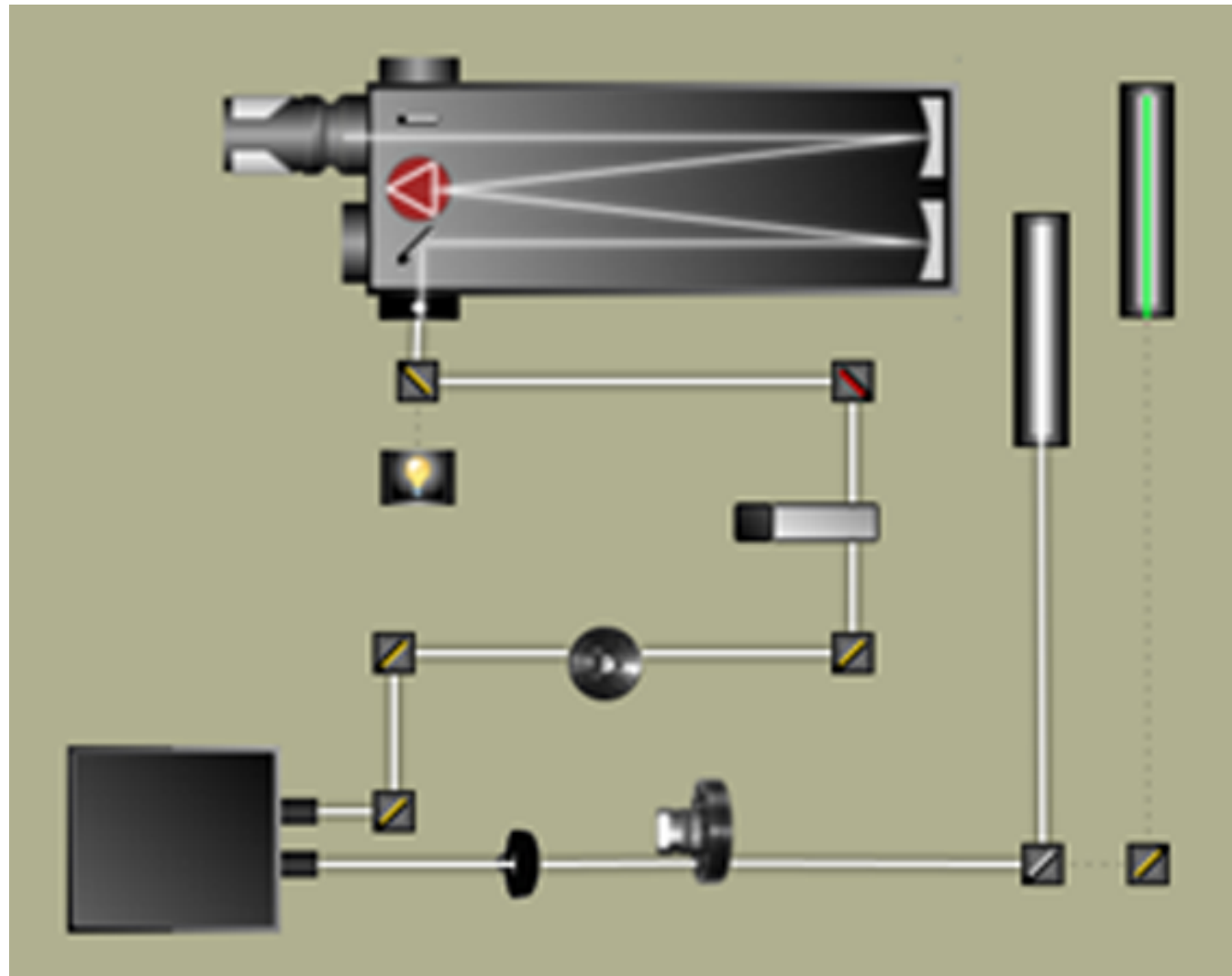
Ramanův spektrometr MonoVista Macro





Ramanův spektrometr MonoVista Macro

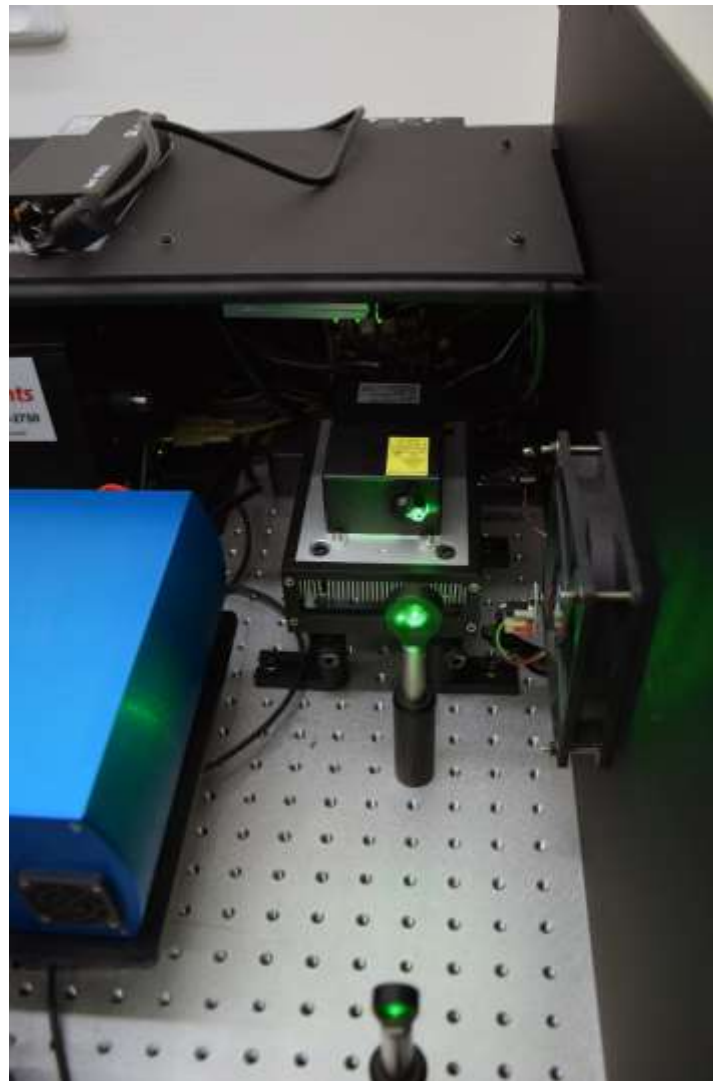
Laser 785 nm





Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Laser 532 nm

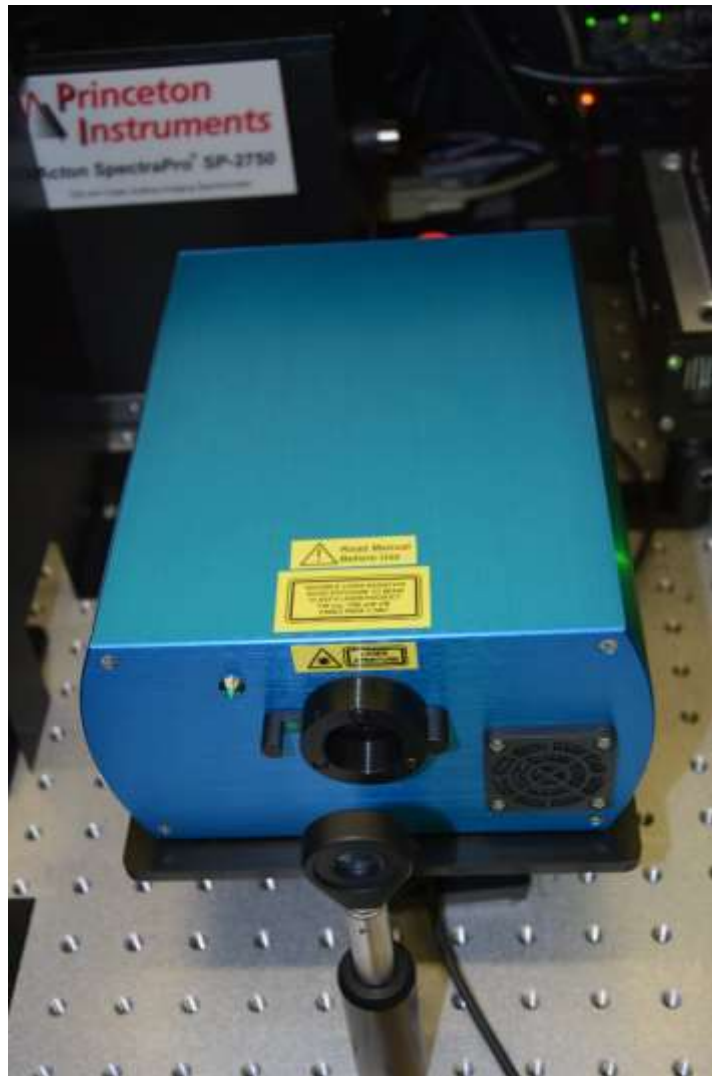


Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Laser 785 nm

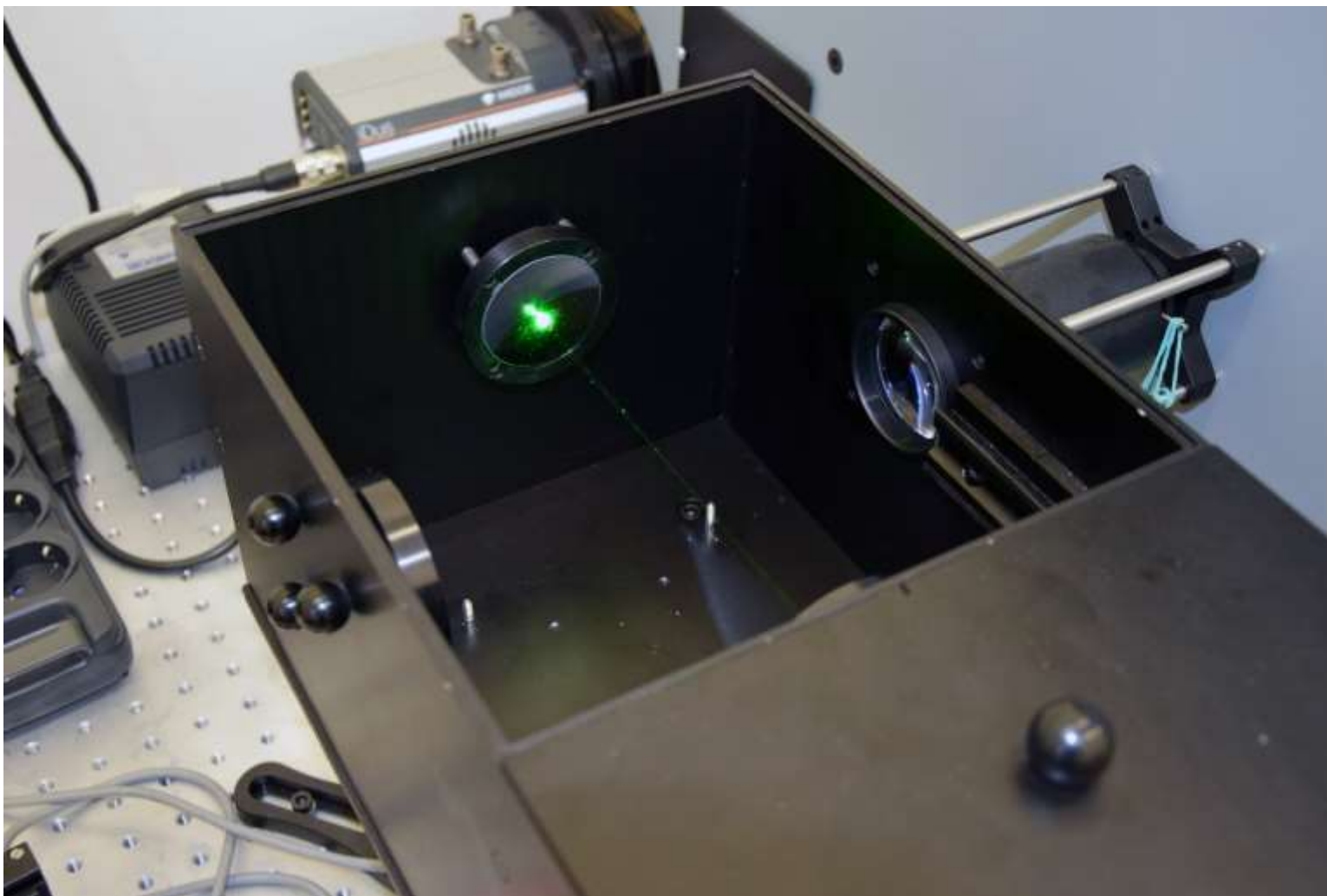


Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Vzorkový
prostor

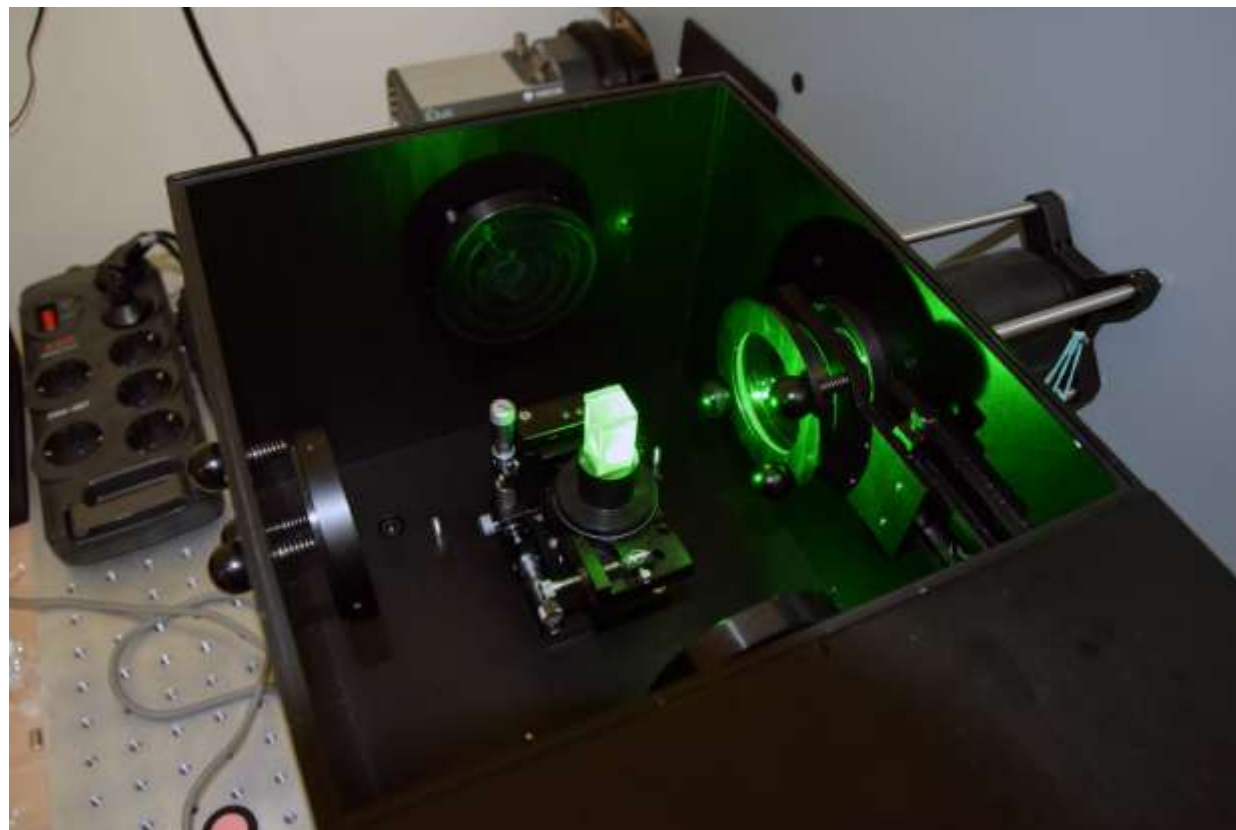
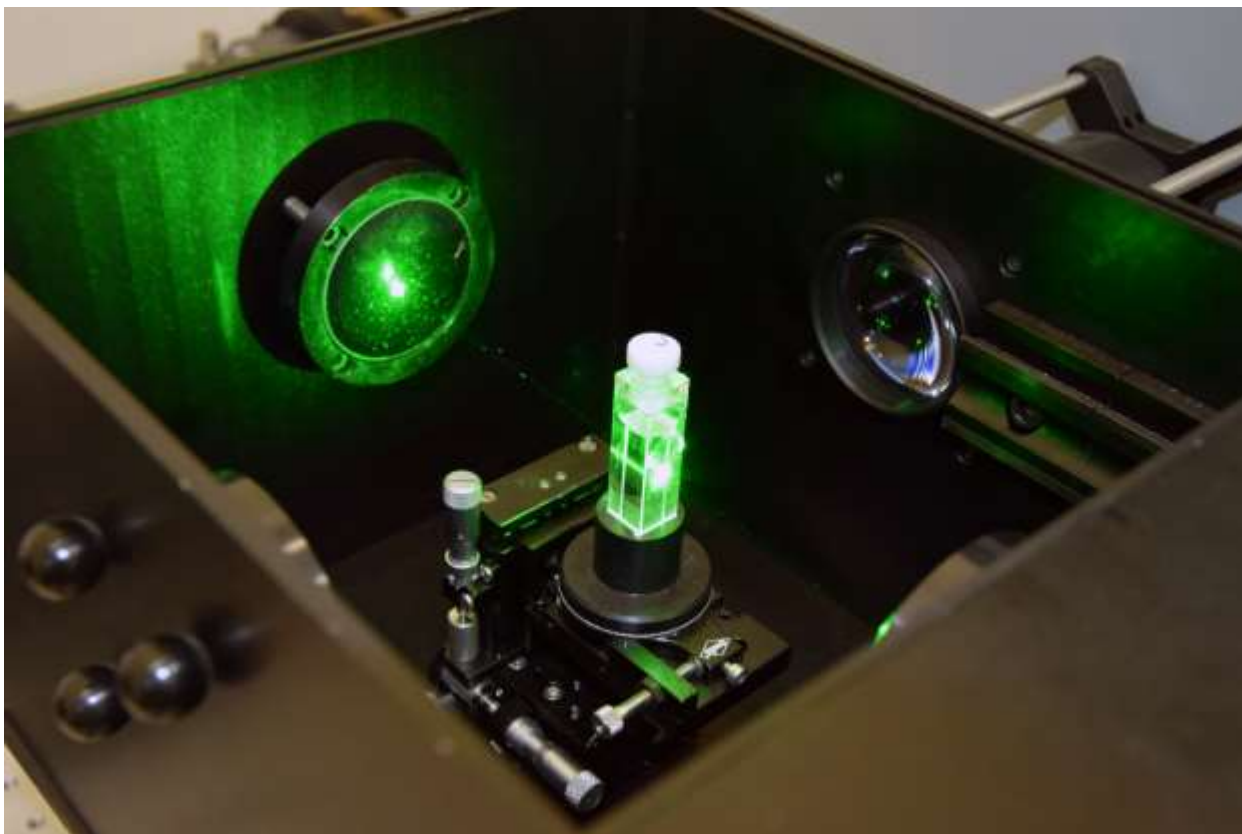


Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Vzorkový prostor





Ramanův spektrometr MonoVista Macro

CCD
detektor



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



Měření kapalin

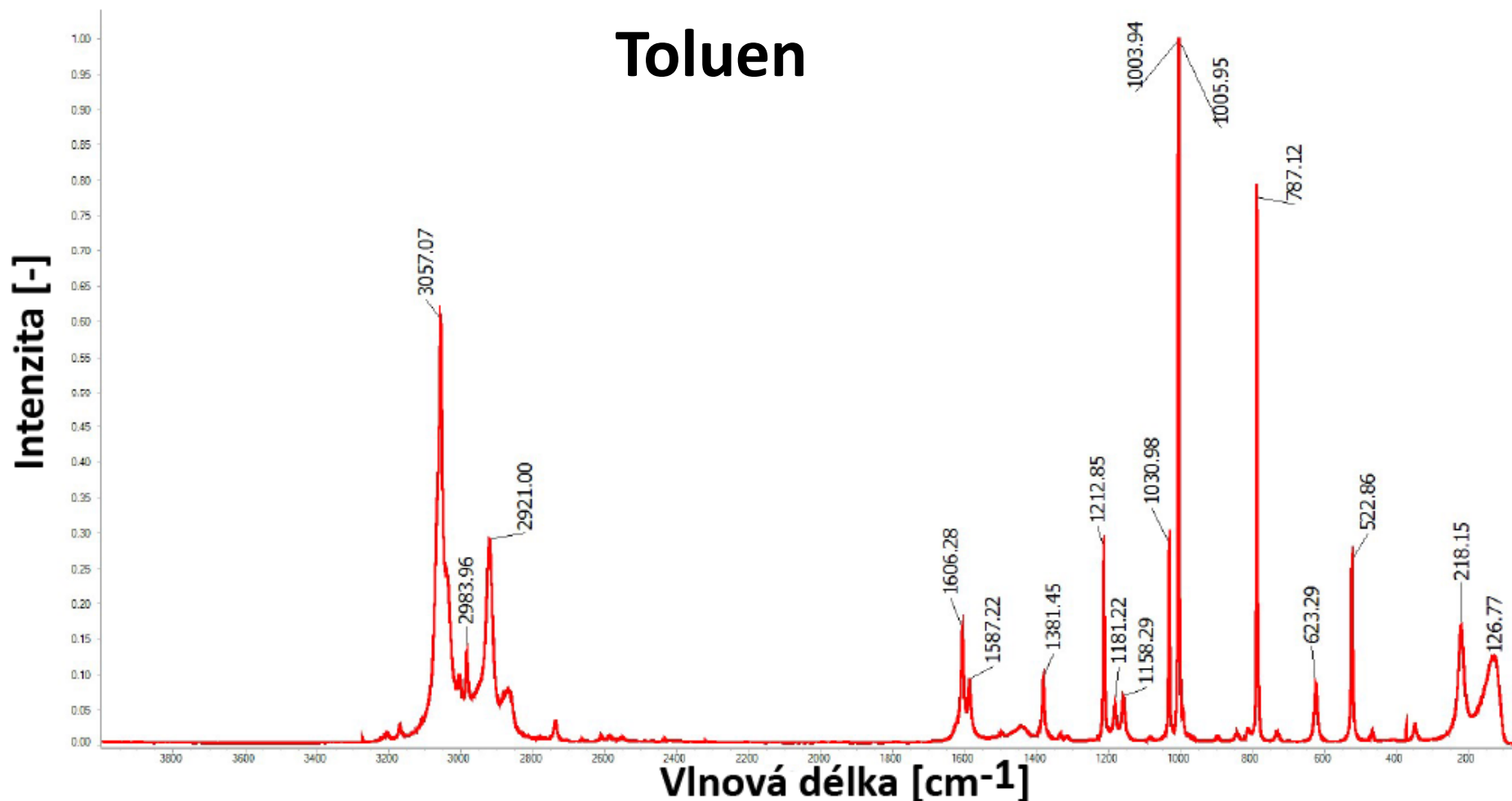


Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha



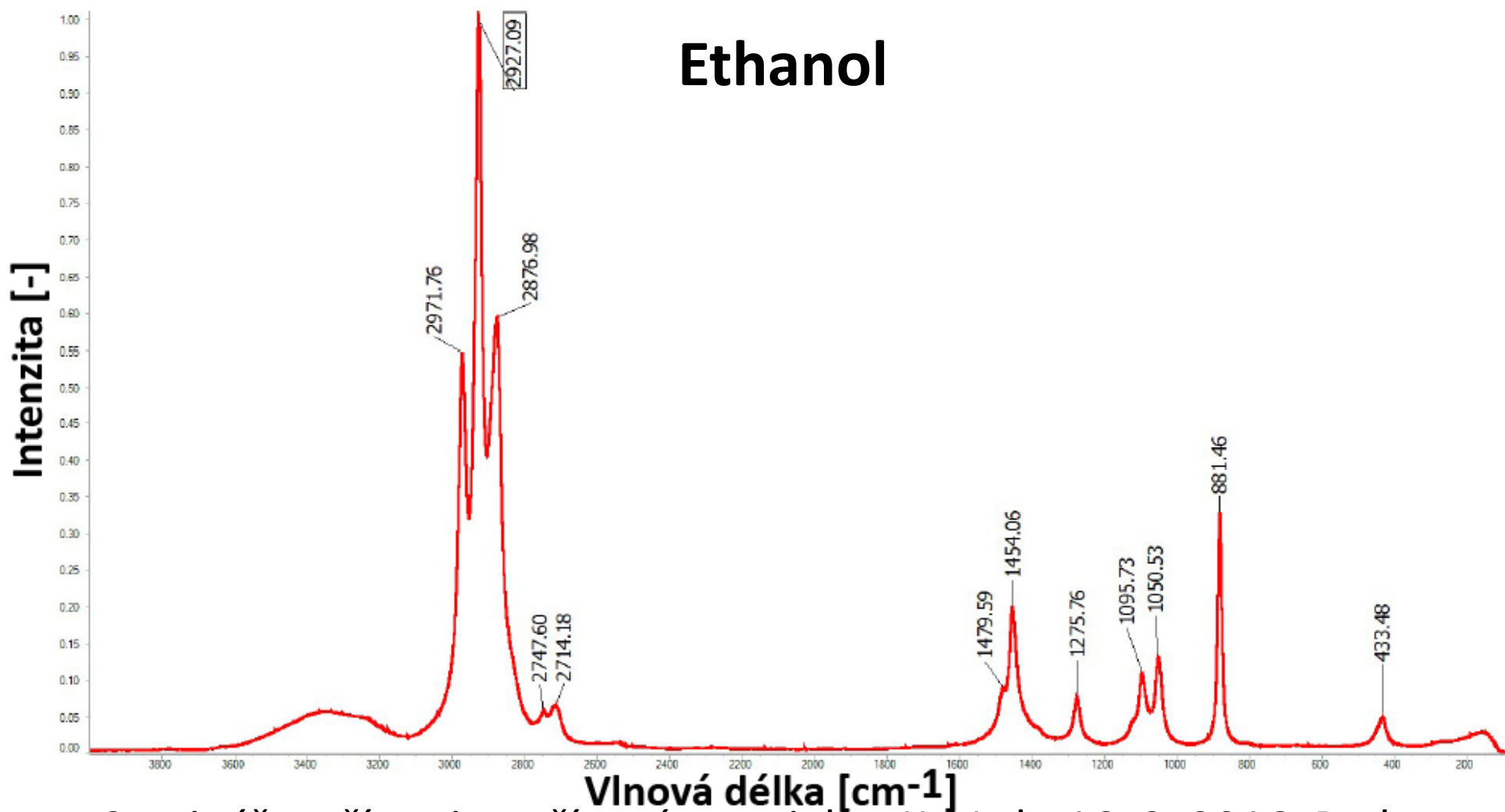
Měření kapalin

Toluen





Měření kapalin





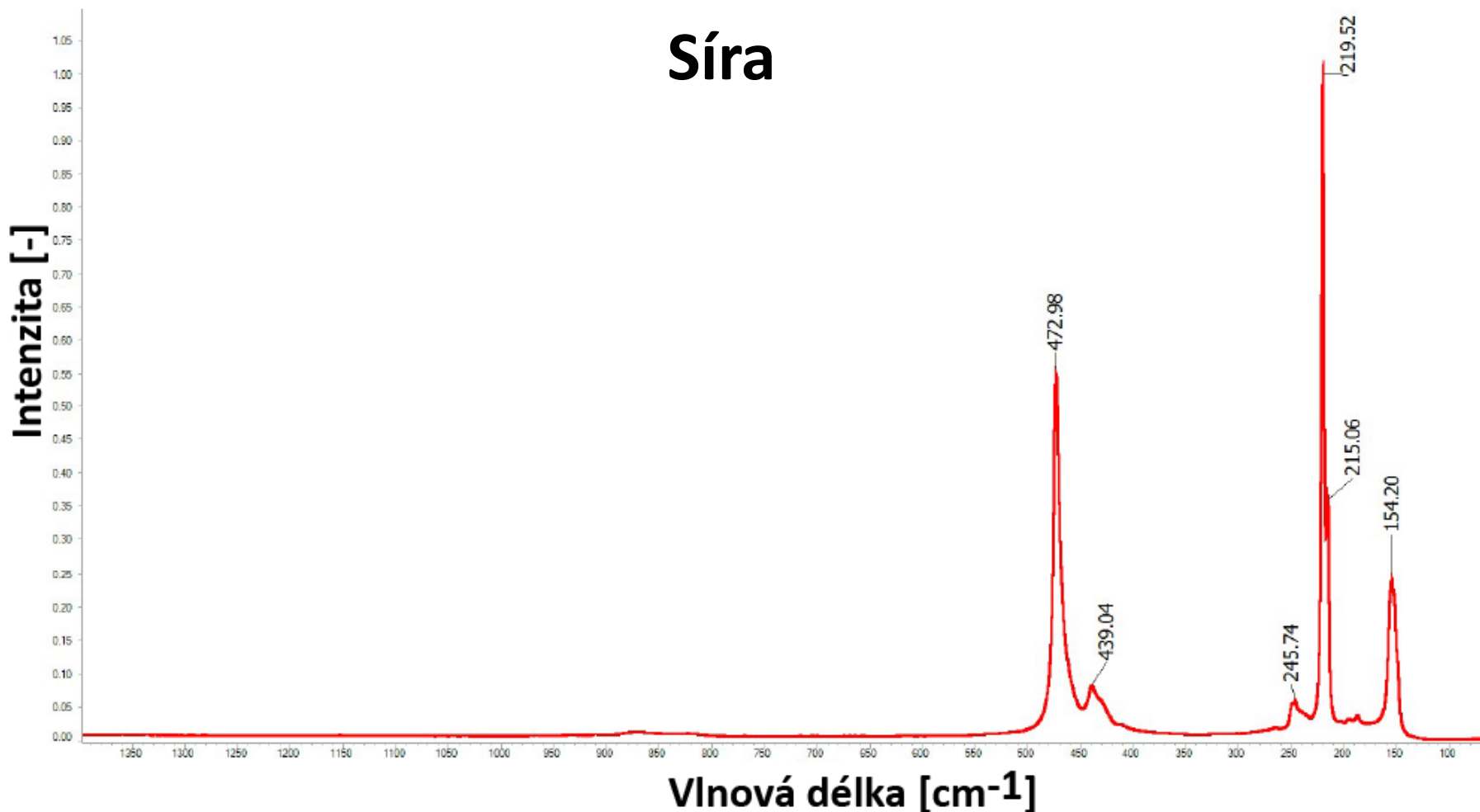
Měření pevných látek



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha

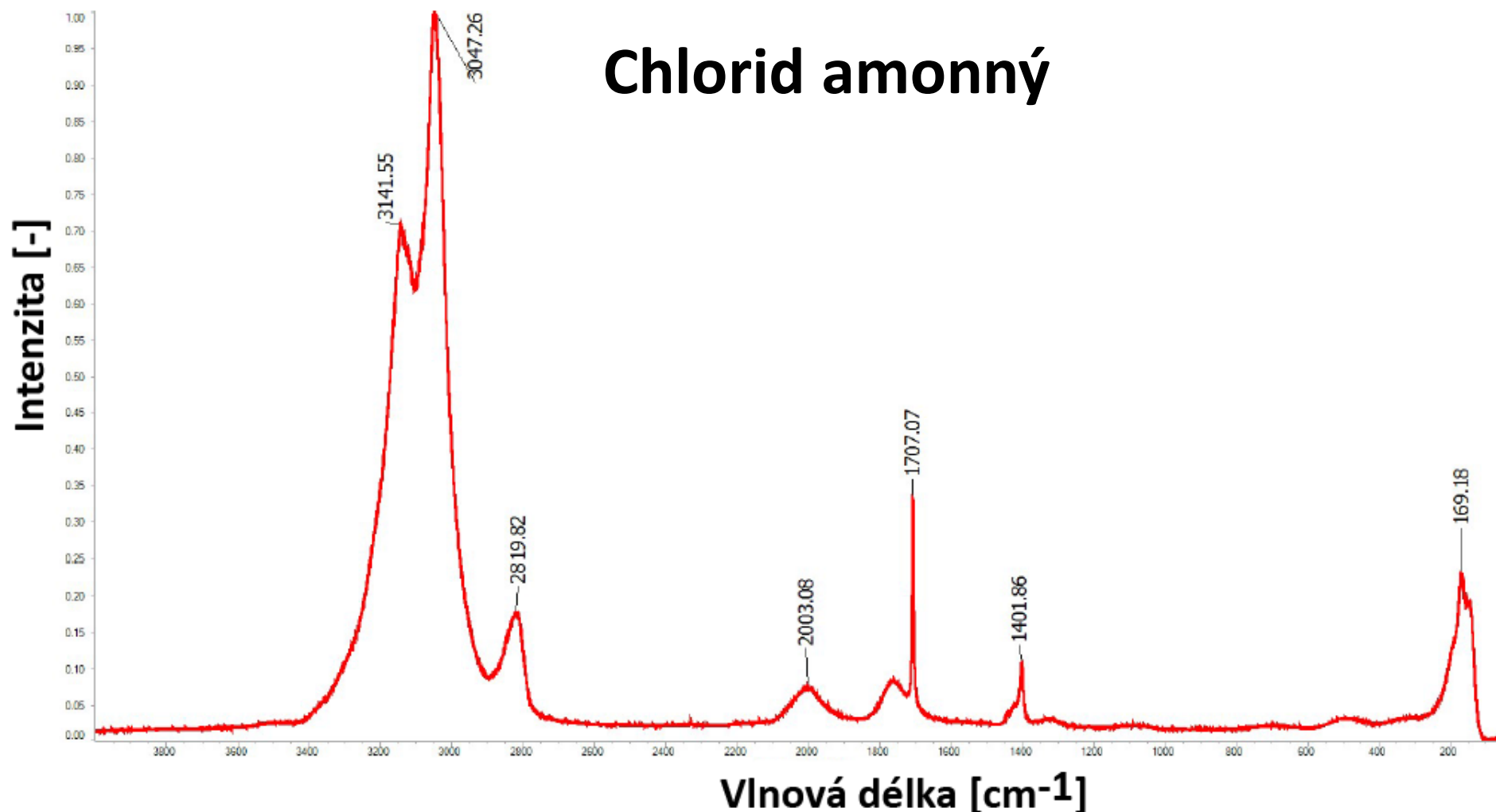


Měření pevných látek





Měření pevných látek





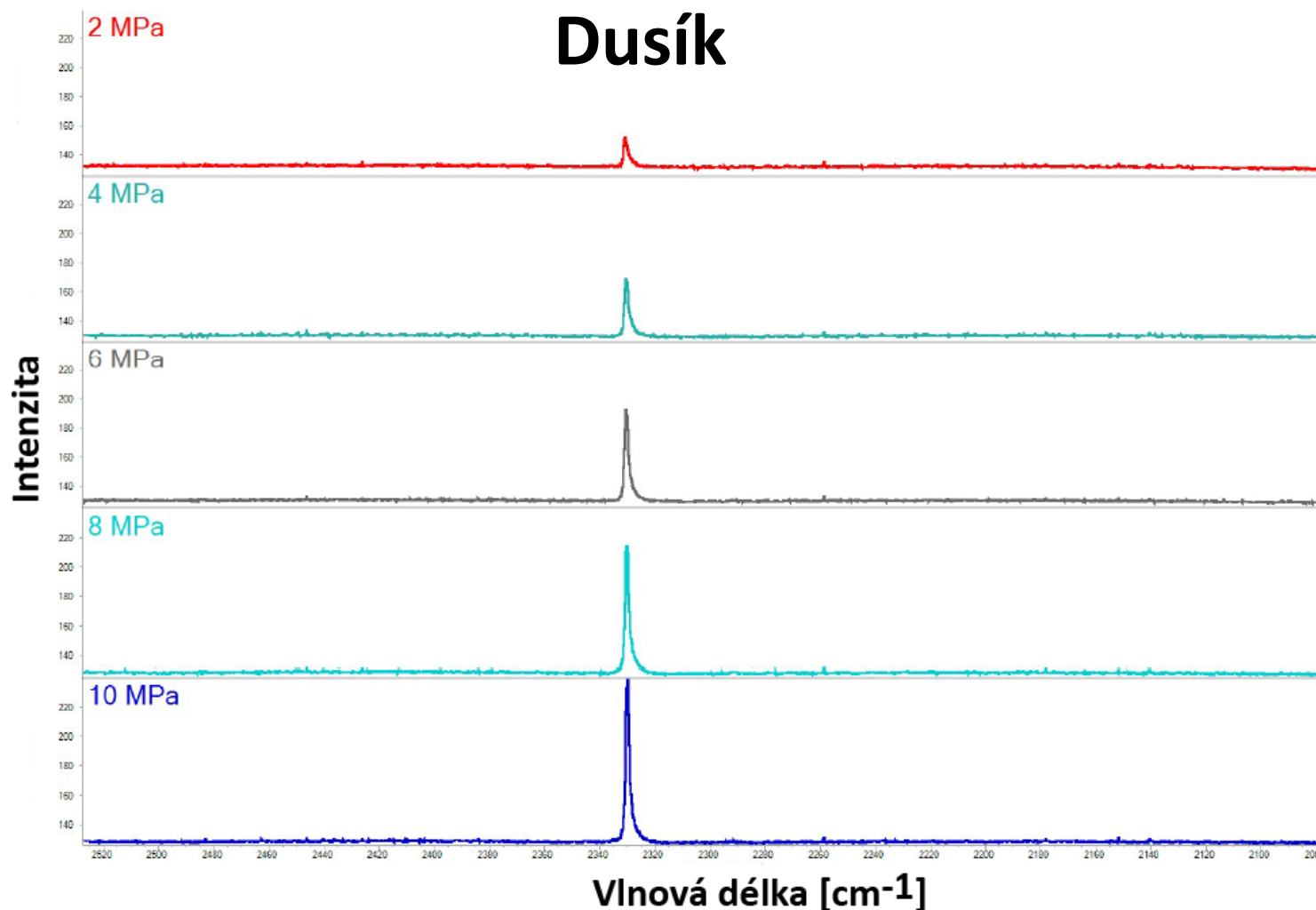
Měření plynů



Seminář – přístroje pořízené v projektu KvaLab, 16. 9. 2016, Praha

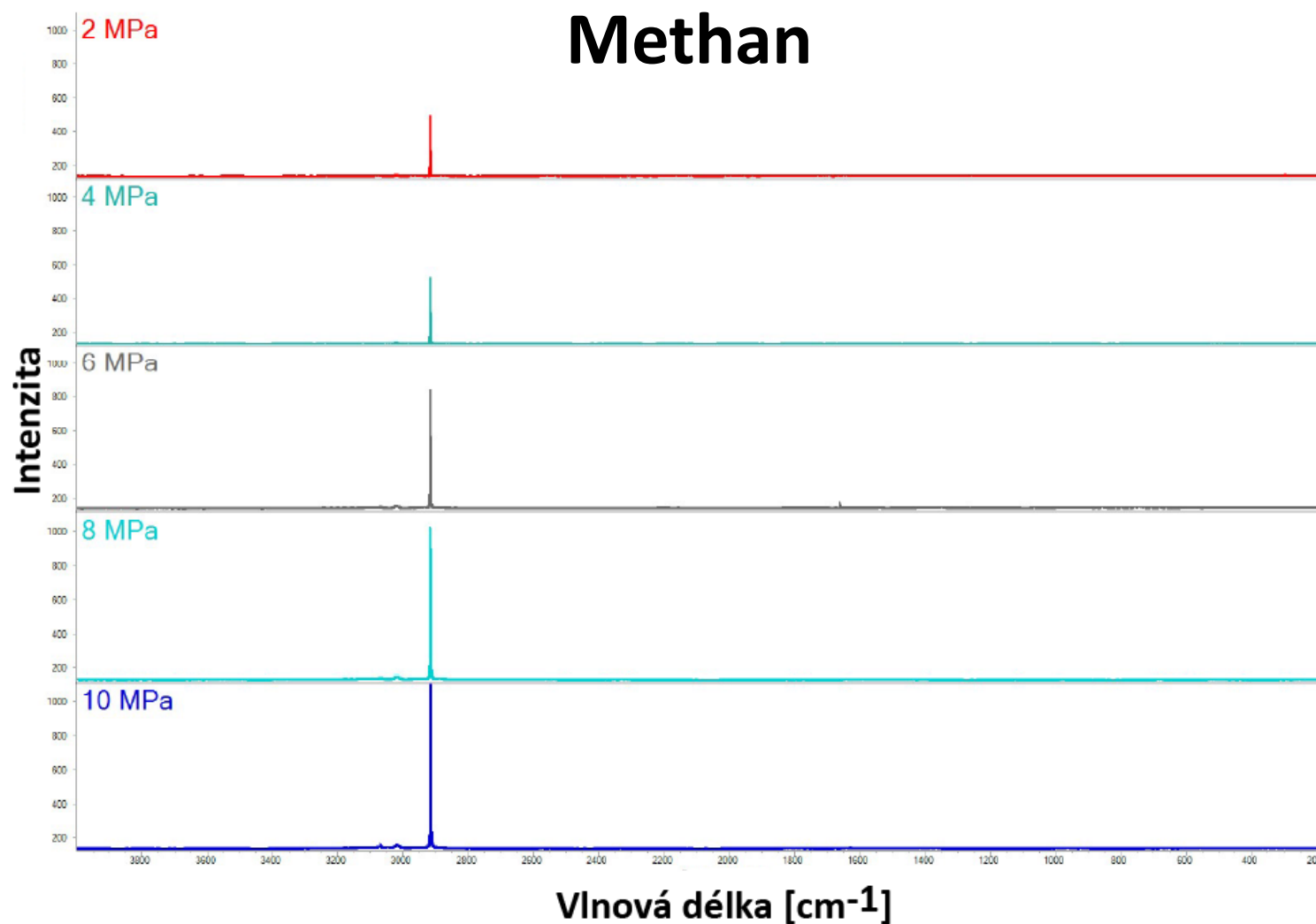


Měření plynů





Měření plynů





Možné použití přístroje

- Kvalitativní i kvantitativní stanovení kapalin.
- Kvalitativní stanovení pevných čistých látek (do budoucna připojení mikroskopu).
- Kvalitativní i kvantitativní stanovení plynů (za tlaků až 15 MPa).



Využití přístroje nyní

- Byl prováděn testovací provoz – měření kapalin, pevných látek i plynů.
- Řešená diplomová práce – Stanovení uhlovodíků v zemním plynu Ramanovou spektroskopií.
- Vypsána disertační práce.
- Měření na přístroji je součástí grantových přihlášek:
 - Zlepšení kapacity a kinetiky chemisorpce oxidu uhličitého modifikací přírodních a syntetických sorbentů – GAČR.
 - Monitorování minoritních příměsí v heliovém okruhu s využitím speciálních analytických metod – GAČR.



Děkuji za pozornost

Tomas.Hlincik@vscht.cz