

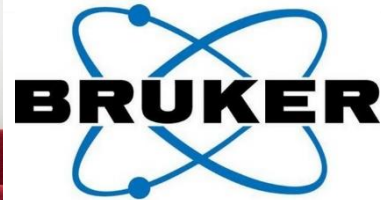
# Kompaktní FTIR a Ramanovy spektrometry: Plnohodnotné řešení pro každou laboratoř



Ing. David Matoušek  
Optik Instruments s.r.o. (Bruker)

1. O nás
2. Úvod do FTIR spektroskopie
3. Kompaktní FTIR spektrometry ALPHA II
4. Úvod do Ramanovy spektrometrie
5. Ruční Ramanův spektrometr BRAVO

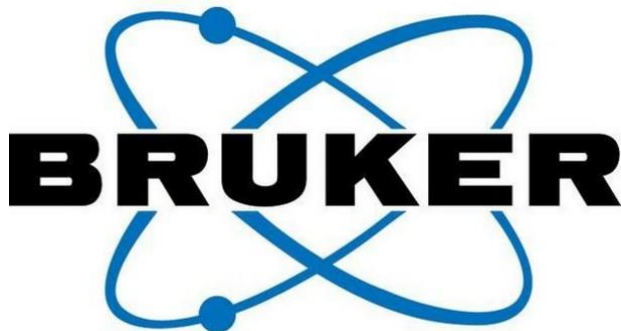
# O Optik Instruments



# BRUKER Optics



- Ettlingen, Německo
- Od roku 1974
- Od vědeckých až po rutinní přístroje
- Priority: kvalita, inovativnost, flexibilita



- Nejinnovativnější výrobce v oblasti FTIR a Ramana

## FT-IR spektrometry (ALPHA II, INVENIO, VERTEX)



## FT-IR mikroskopy (LUMOS II, HYPERION II)

- Kombinace FTIR a optické mikroskopie

## Ramanovy (mikro)spektrometry

(BRAVO, MultiRAM, SENTERRA II, RamanScope)



## NIR spektrometry (TANGO, MPA II)



## Procesní spektrometry (MATRIX-MF, MATRIX-F)

- Online FTIR a NIR monitoring procesů v reálném čase

## Analýza plynů a vzdálená analýza

(Matrix-MG, OMEGA, EM27, OPS, HI90, SIGIS 2)

- Dedikované plyné analyzátoři (OMEGA, Matrix-MG)
- Chemický imaging v reálném čase na dlouhé vzdálenosti (km)

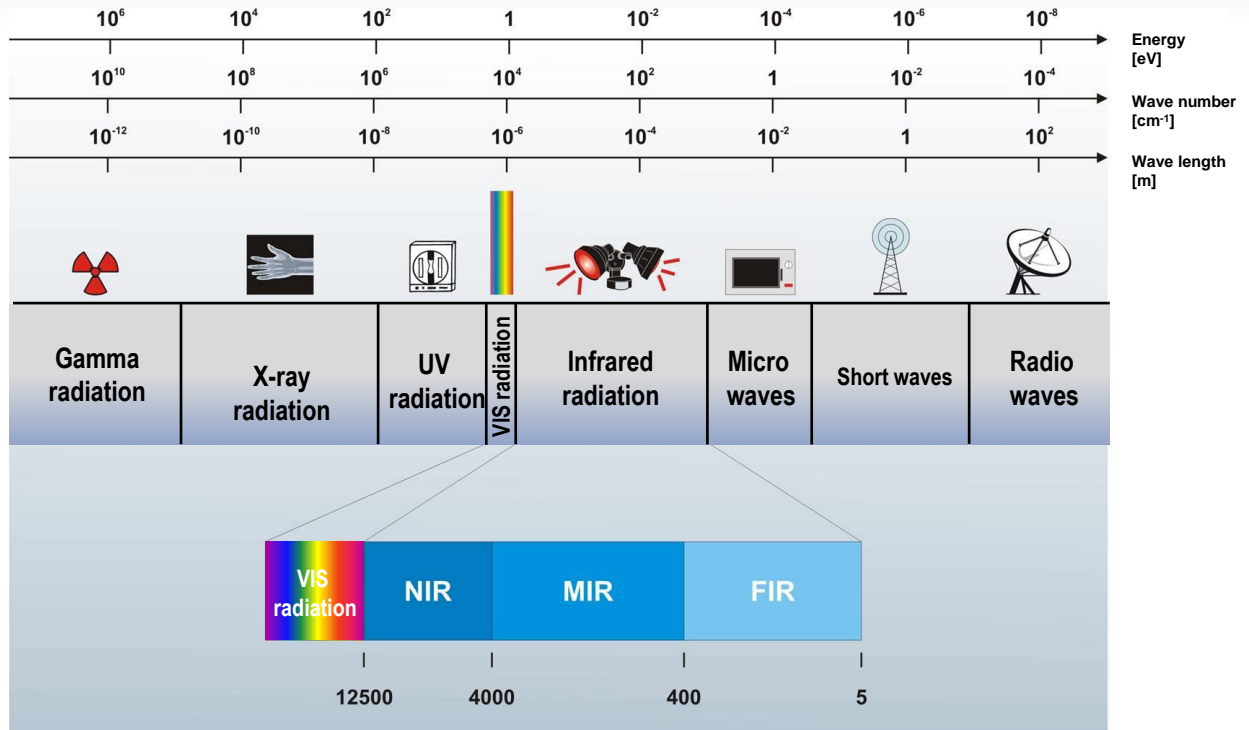


# FTIR spektroskopie - úvod



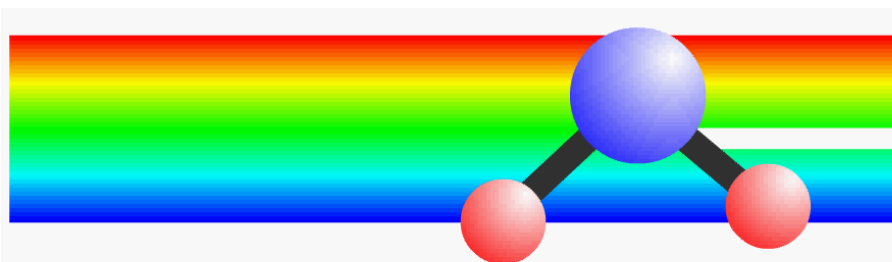


# Infračervené záření

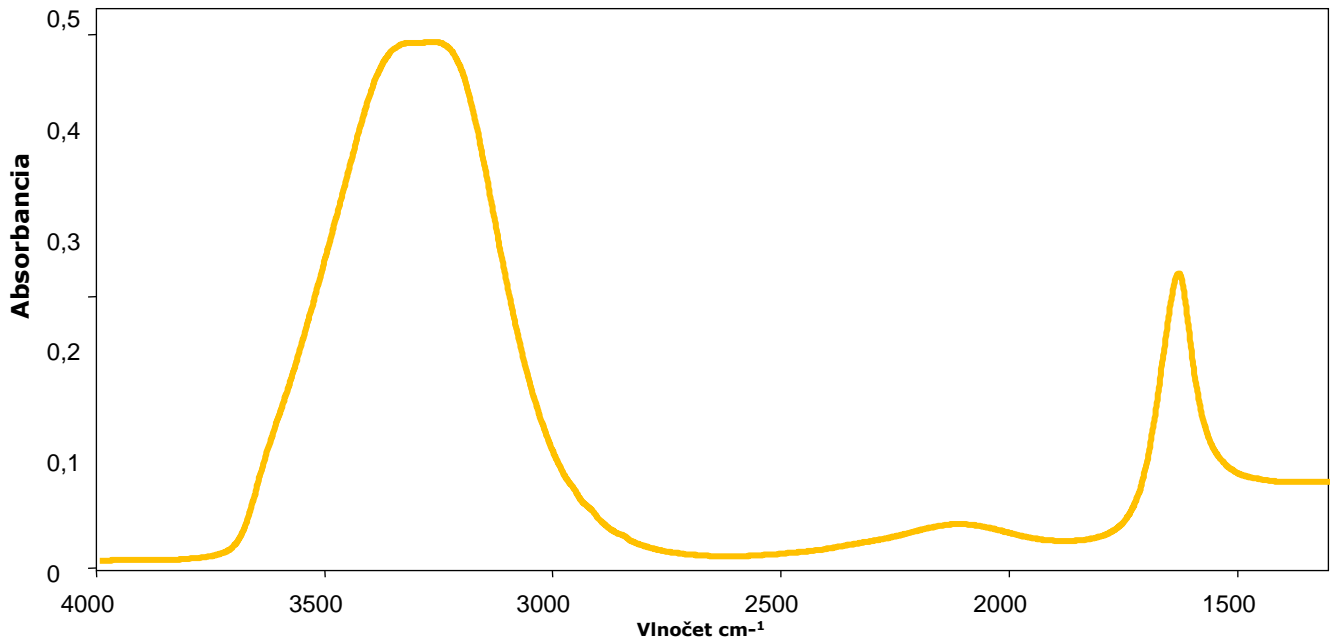
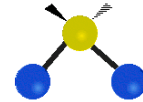
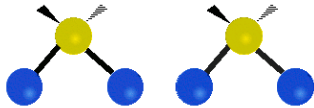




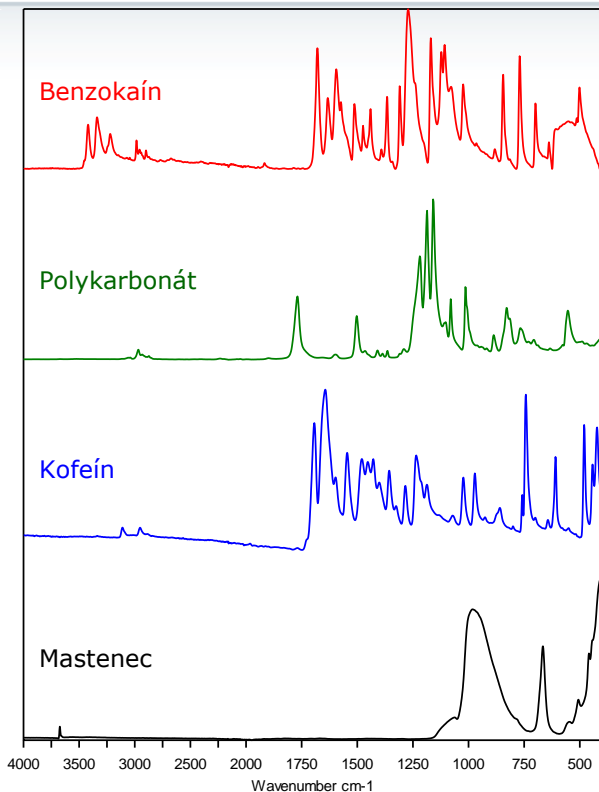
## Interakce záření a materiálu



# Infračervené spektrum vody (H<sub>2</sub>O)



# Infračervená (IR) spektra:



- IR-Spektrum: každá látka má chemický „otisk prstu“

# Výhody FT-IR Spektroskopie

- ✓ Osvedčená technika se spolehlivými reprodukovatelnými výsledky
  - ASTM E168 Standard Practices for General Techniques of Infrared Quantitative Analysis
  - ASTM E1252 Standard Practice for Obtaining FTIR spectra for Qualitative Analysis
- ✓ Použitelné pro většinu látek – tuhé, kapalné, plynné, černé vzorky, pasty, gummy, gely...
- ✓ Nedestruktivní analýza
- ✓ Minimální až žádná příprava vzorku
- ✓ Krátký čas analýzy
- ✓ Nízké provozní náklady
- ✓ Jednoduché ovládání
- ✓ Dlouhá životnost



# FT-IR instrumentace



Co laboratoř potřebuje?

- 1) Flexibilitu – přizpůsobení přístroje svému využití
- 2) Dlouhou životnost, nízké náklady
- 3) Výkonný systém



flexibilita  
výkonnost



náklady

# FTIR spektrometr ALPHA II



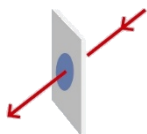


# 1) Flexibilita

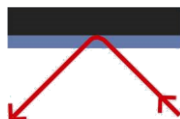


## Modulární design:

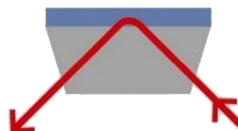
- Rutinní aplikace, kontrola kvality, výzkum a vývoj
- Modulární design.



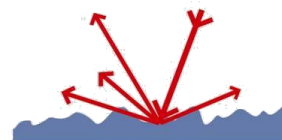
Transmise



Reflexe



ATR



Difúzní reflexe

# 1) Flexibilita



- Kufř pro přenos



- Dotykové PC/notebook



- WiFi komunikace s PC



# 1) Flexibilita



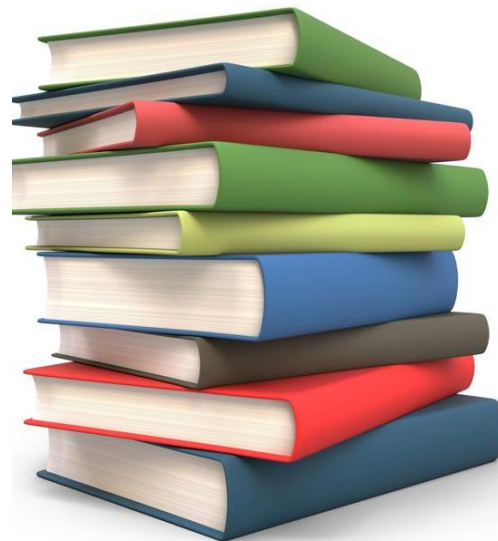
## Široké databáze spekter:

- ATR Complete >26.000 spekter, 50% sleva

Substance classes: polymers, monomers, additives, plasticizer, fillers, building materials, cosmetics, excipients, organic and inorganic chemicals, biochemicals, fibres, proteins, fatty acids, lipids, ingredients, natural products, silicon containing compounds, solvents, pesticides, pollutants, semiconductors, dyes, paints, coatings, food, food additives, minerals, lubricants, surfactants, kidney stones, pharmaceuticals, and drugs

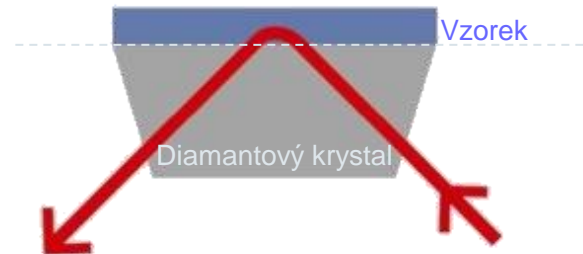
Široké spektrum doprovodných informací: CAS number, molecular formula, chemical structure, molecular weight for pure chemical substances

- ATR Forensic/ATR polymer  
->10,000 spekter, 50% sleva
- Bruker plus - 10,000 spekter za dobrou cenu, chemické, farmaceutické, polymerní a forezní látky
- A stovky dedikovaných knihoven



## 2) Dlouhá životnost, nízké náklady

- Robustní kovová skříň
- Diodový kalibrační laser
- Prémiový nelepený ATR krystal
- Prodloužené záruky:
  - laser 10 let!
  - IČ zdroj 5 let!
  - ATR krystal 10 let!

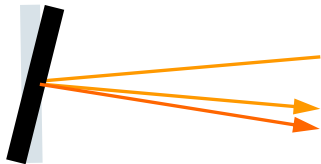


## 2) Robustnost, dlouhá životnost, nízké náklady

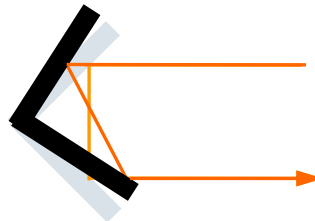


- Nutnost pravidelného seřizování optiky, poruchovost, náchylnost na vibrace
- Bruker používá tzv. permanentně seřizenou optiku odolnou vůči mechanickým vlivům
- Přenos přístroje, robustnost, žádné servisní náklady atd.
- Záruka 10 let na interferometr

### ❑ **Běžná konstrukce**



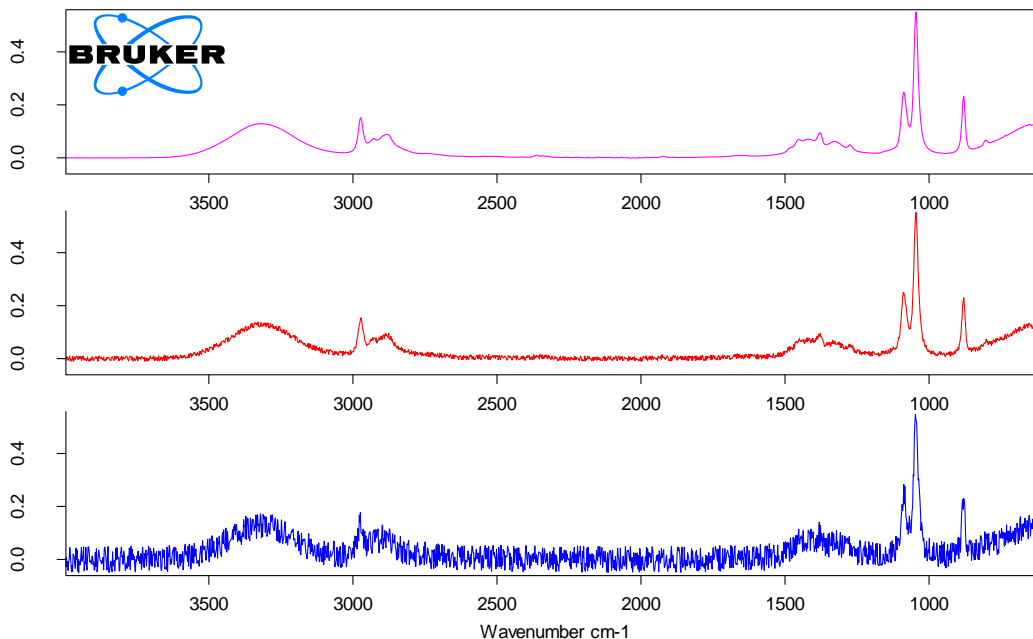
### ❑ **Bruker**



### 3) Výkonnost FTIR systému



Poměr signál-ku-šumu ovlivňuje výrazně limity detekce:



**Shoda s knihovnou:**

76 %  
shoda

39 %  
shoda

Nenalezeno

### 3) Výkonnost FTIR systému



#### Signál-ku-šumu ze specifikací:

##### Přenosné přístroje:

Signal To Noise Ratio 40,000:1

- Signal-to-Noise ratio of 30,000:1,  
Signal to noise ratio – 30,000/1 rms, 1

##### ALPHA II:

- Signal-to-noise ratio: Typically >55,000:1

##### Ruční přístroje:

S/N Ratio	12000:1	15000:1
-----------	---------	---------

##### Stolní přístroje:

Signal To Noise Ratio 50,000:1

Signal-to-Noise Ratio:  
(4 cm<sup>-1</sup>, 1 min, near 2,200 cm<sup>-1</sup>) 45,000:1

55,000:1 S/N

Poměr signál-ku-šumu: 55.000:1!

**ALPHA II má o téměř 50% vyšší citlivost oproti jiným kompaktním systémům a lepší než řada stolních přístrojů!**



### 3) Výkonnost FTIR systému



Další parametry jsou na tom obdobně:

- Rozsah 8.000-350  $\text{cm}^{-1}$
- Přesnost vlnové délky 0.05  $\text{cm}^{-1}$
- Rozlišení  $> 0.8 \text{ cm}^{-1}$

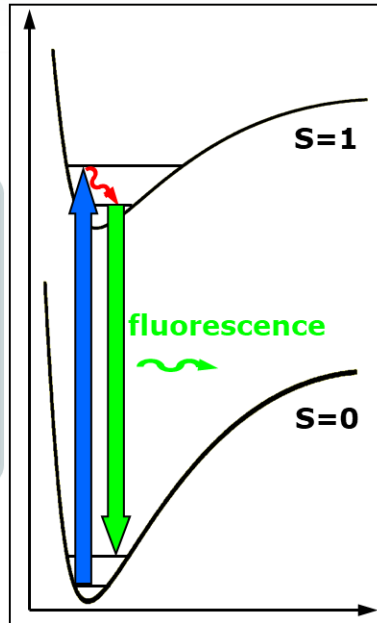
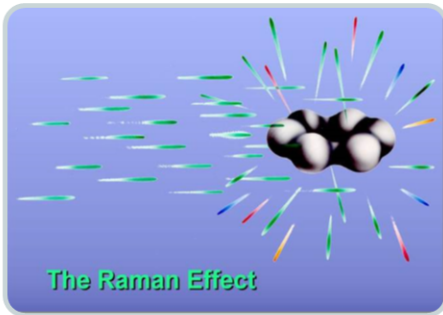
**ALPHA II je plnohodnotný FTIR  
pro rutinní aplikace, laboratorní  
praxi i základní výzkum**



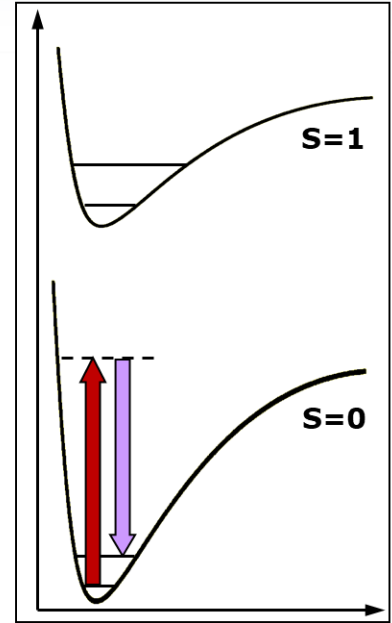
# Ramanova spektroskopie - úvod



# Ramanova spektroskopie - princip



fluorescence



RAMAN

# Ramanova spektroskopie

- ✓ Měření přes obaly
- ✓ Ještě nižší nároky na úpravu vzorku
- ✓ Širší nabídka malých přenosných přístrojů
- ✓ Ještě větší kompaktnost
- ✗ Horší selektivita (fluorescence)
- ✗ Možnost degradace vzorku
- ✗ Nutnost volby vhodného laseru pro daný vzorek (1064-785)

# Ramanova spektroskopie - instrumentace



# BRAVO

## ruční Raman nové generace



# 1) Flexibilita



- **Šikovný software pro snadné ovládání**
- **WiFi i Ethernet** komunikace s PC, vzdálené ovládání systému
- **Dokovací stanice** – připojení spektrometru a využití jako stolního přístroje





# 1) Flexibilita

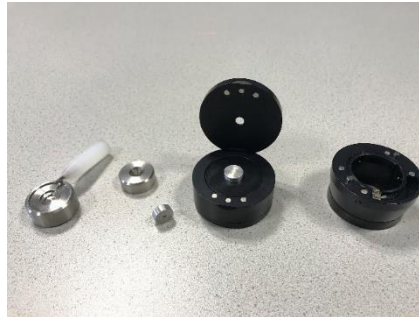
- **IntelliTip™** – vyměnitelné připojené měřící nástavce

Solids Tip

Vial Tip

Powder Tip

Variable focus Tip



## 2) Robustnost, dlouhá životnost, nízké náklady

- Utěsněná přístrojová skříň – krytí IP54
- Odolnost proti vibracím a otřesům
- Robustní provedení
- **Nulové provozní náklady**



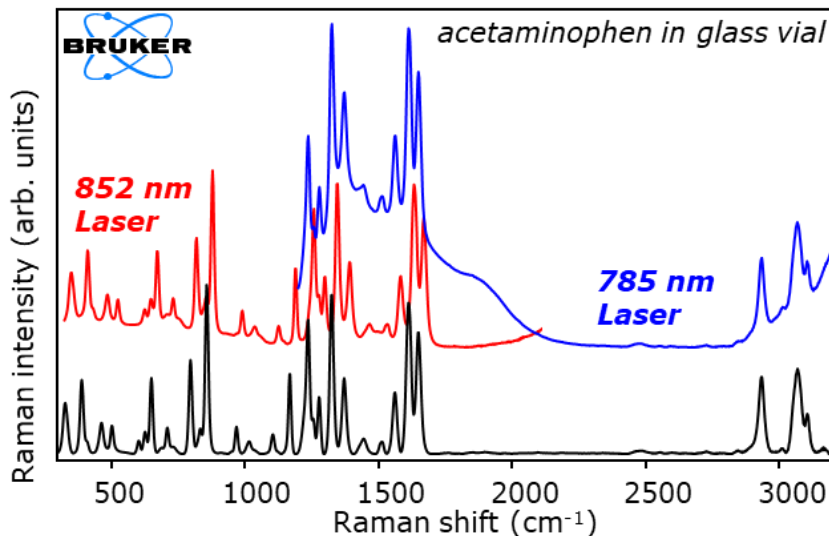
*Zdroj: georaman.com*

### 3) Výkonnost systému



Klíčové technologie – **DuoLASER™**

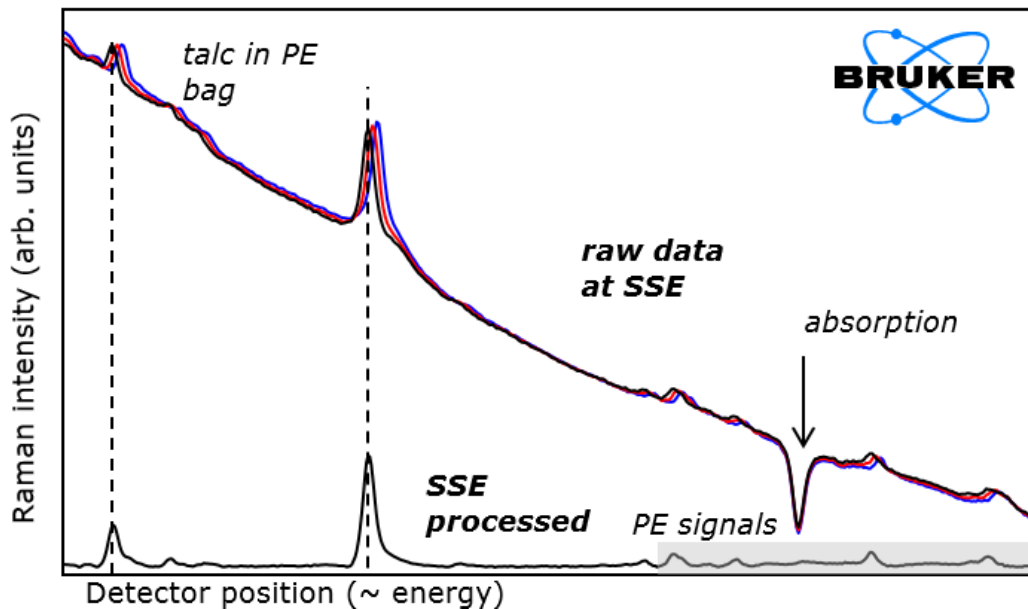
Oba **LASERY** třída **1M** (nízký výkon, minimální riziko poškození vzorku, není třeba ochranných pomůcek)



### 3) Výkonnost systému



## Klíčová technologie – **Sekvenčně posunutá excitace SSE™**



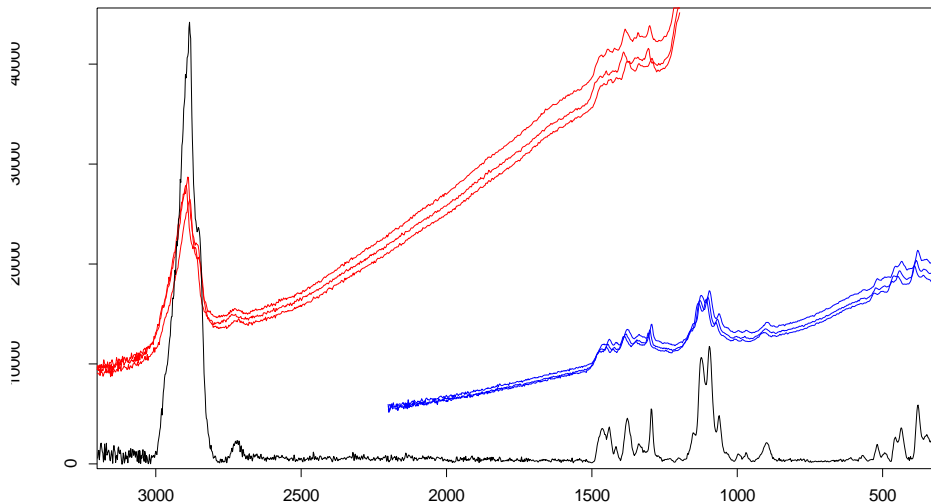
Skvělá přesnost vlnové délky - typicky  $< 1 \text{ cm}^{-1}$

### 3) Výkonnost systému

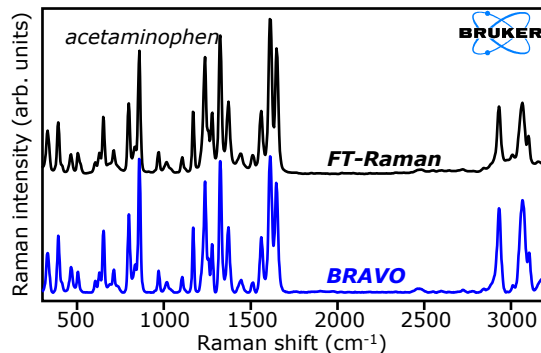
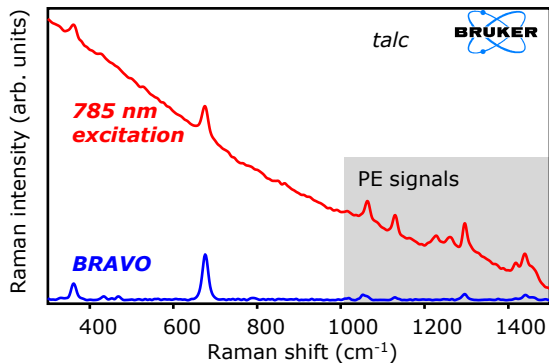
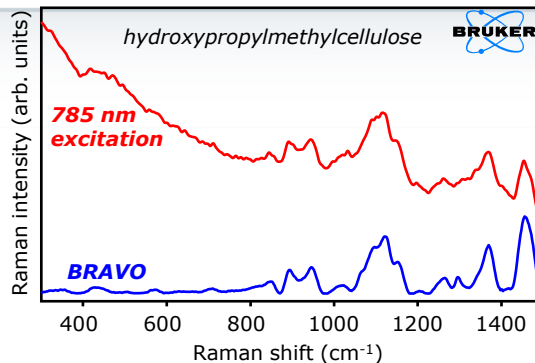
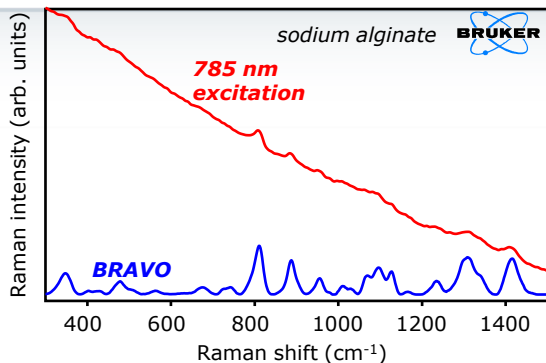


## Jak vzniká spektrum?

- Sekvenčně posunutá excitace
- Dva lasery



### 3) Výkonnost systému



**S BRAVEM máte laboratoř ve svých rukou.**

- Shrnutí základů k technikám FTIR a Ramanovy spektrometrie
- Ukázka pokročilých technologií u kompaktních přístrojů
- FTIR spektrometr ALPHA a ruční Raman BRAVO lze využít jako plnohodnotné stolní laboratorní přístroje





[www.optikinstruments.cz](http://www.optikinstruments.cz)

Děkuji za pozornost!