

# Ramanův spektrograf v hluboké UV oblasti

Mojmír Havlík, Josef Kapitán,  
Zdeněk Lošťák, Daniel Vacula,  
Vlastislav Svoboda

*Tato prezentace vznikla v rámci práce na projektu **Centrum digitální optiky** (TE01020229), který je řešen s finanční podporou TA ČR.*

Tradice  
od roku  
1933



Technologická agentura  
České republiky

# Obsah prezentace

## Sestava pro Ramanovu spektroskopii

Sestava s objektivy v tandemu

### Výsledky měření

Spektrální polo-šířka laseru

Měření propustnosti objektivu

Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

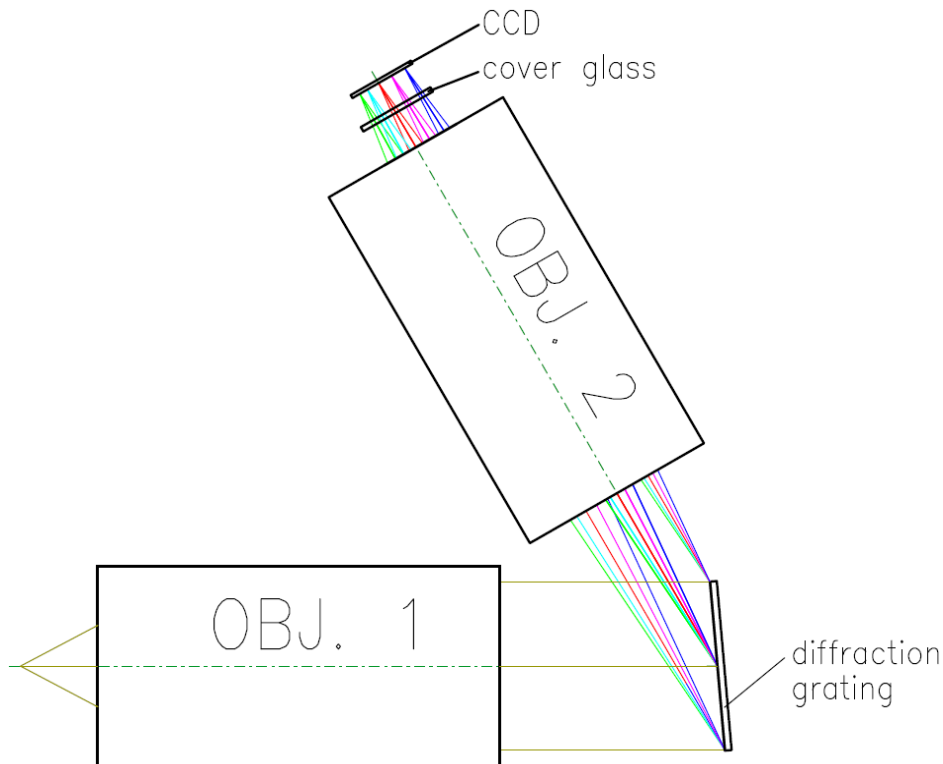
MTF a naměřený/vypočtený intenzitní profil

Měření polo-šířky spektrální čáry s Hg výbojkou

## Závěr

## Sestava pro Ramanovu spektroskopii

## Soustava s objektivy v tandemu



Optické osy objektivů svírají úhel **68°**.  
 Frekvence difrakční mřížky je  
**3600 vrypů/mm** (typ Richardson 53-\*  
 170R)

**CCD kamera Newton Andor s**  
 $1,5^{\pm 0,1}$  mm skleněná krycí deska  
 Spektrální rozsah byl rozšířen od **229 –**  
**274 nm**, pro všechny tři konfigurace  
 laserových excitačních vlnových délek v  
 UV oblasti

**Konstrukční a výkonové požadavky**  
 objektivu zůstaly stejné

Config.	$\lambda$ [nm]	Weight	$\lambda$ [nm]	Weight	$\lambda$ [nm]	Weight	$\lambda$ [nm]	Weight	$\lambda$ [nm]	Weight
1	257.0	0.5	260.3	1	264.8	1	269.5	1	273.9	0.5
2	244.0	0.5	247.0	1	251.0	1	255.2	1	259.2	0.5
3	229.0	0.5	231.7	1	235.1	1	238.8	1	242.3	0.5

## Výsledky měření

# Spektrální polo-šířka laseru

**Měření spektrální polo-šířky našeho 266nm Nd:YAG laseru použitého pro testování systému spektrografu**

- a) Difrakce dopadajícího laserového svazku na mřížku 3600 vrypů/mm detekovaná ve vzdálenosti 3.55m (ve směru difrakce) byla naměřena jako 142", což dává **polo-šířku laseru 0.055 nm.**
- b) **Šířka spotu v obrazové rovině v sestavě se dvěma objektivy**



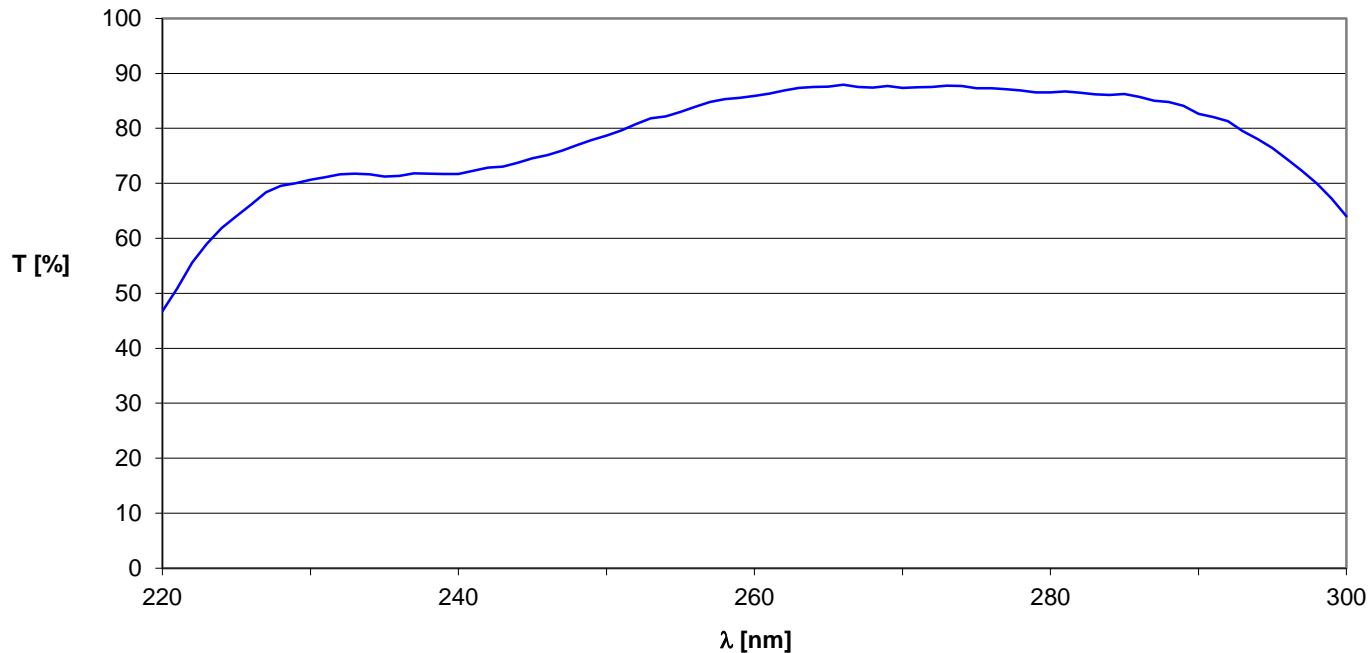
Šířka spotu odpovídá **0.1274 mm**. Toto ukazuje na spektrální polo-šířku laseru okolo 0.1 nm.

## Výsledky měření

# Měření propustnosti objektivu

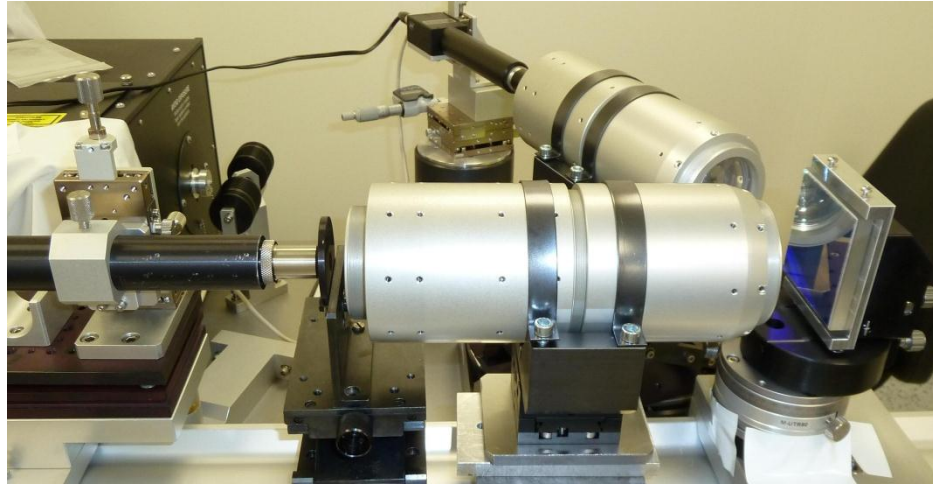
Použité vrstvy  $R_{avg} < 0.2\%$  pro 229÷274nm.

Změřeno zařízením PerkinElmer 950B.



Výsledky měření

# Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

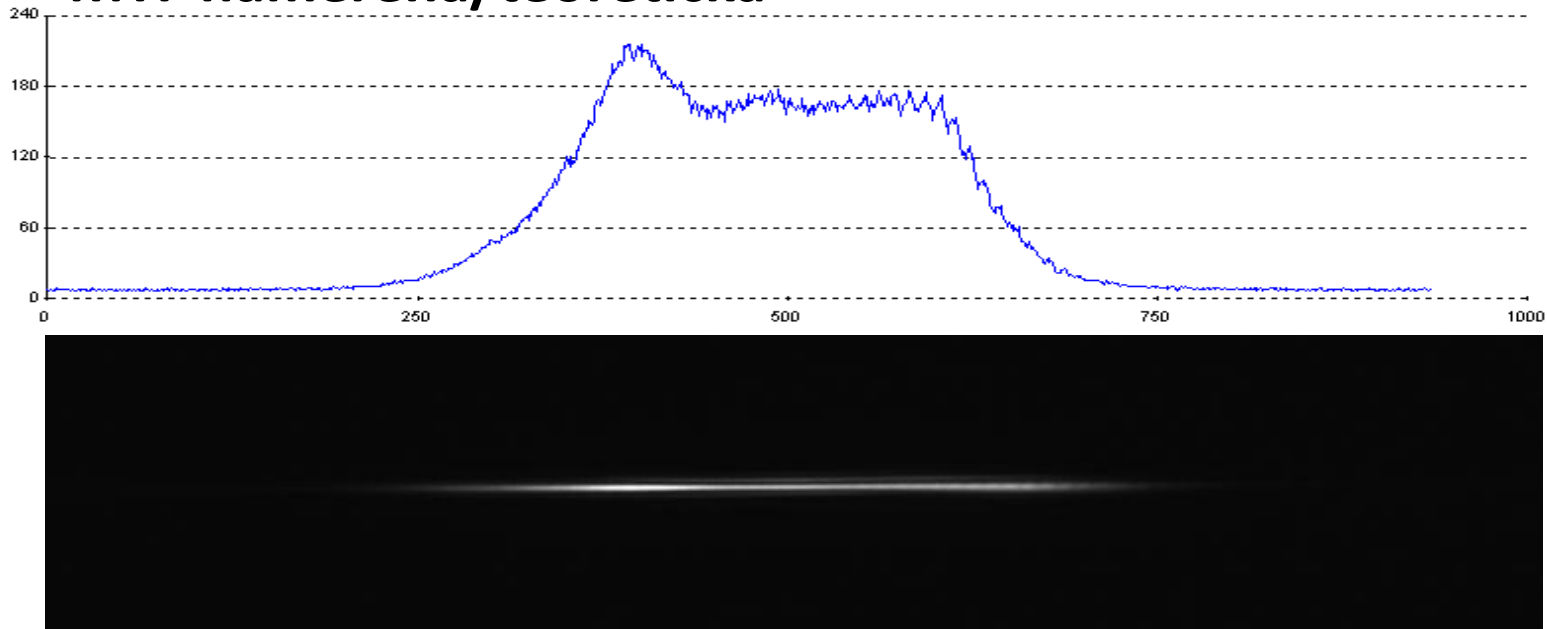


- Laser 266nm s expandérem svazku (rozšíření svazku na cca 5 mm)
- Předmět je tvořen fokusací laserového svazku mikroskopovým objektivem 40x s 0.3NA
- První objektiv kolimuje svazek dopadající na 3600 g/mm mřížku upevněnou na goniometr
- Druhý objektiv byl spolu s mřížkou nastaven tak, aby optické osy těchto dvou objektivů svíraly úhel  $68^\circ$  a protínaly osu rotace goniometru optické mřížky. Na výstupu druhého objektivu je mikroskop s kamerou se zvětšením 15x. Tato sestava potom skenuje obraz na ose.

Výsledky měření

# Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

a) Intenzitní obrazový profil detekovaný na senzoru a  
MTF naměřená/teoretická



Obraz difraktovaného spektra 266nm.

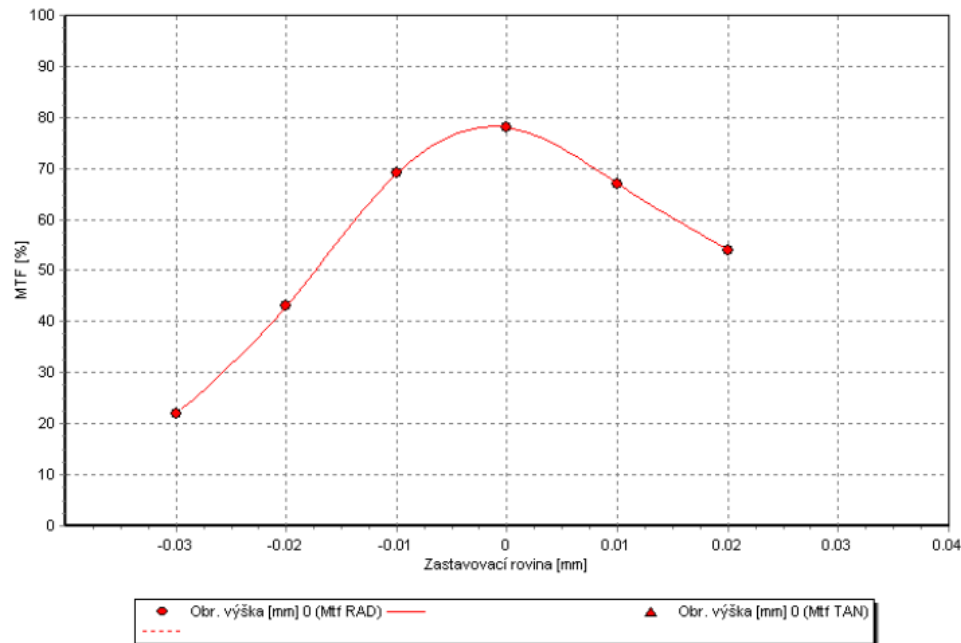
(1 pixel je 318nm, použili jsme kameru se  
zvětšením 15x)

# Výsledky měření

## Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

### b) Naměřená MTF pro 100 č/mm na ose.

UV f100			SN: 2xUV obj.+mřížka
Zvětšení: 1	Clona: 0	MO: 14.6	Šířka štěrbin: 0
Poznámka: laser 266nm;pinhole5um;MO40x;MO obr.15x			



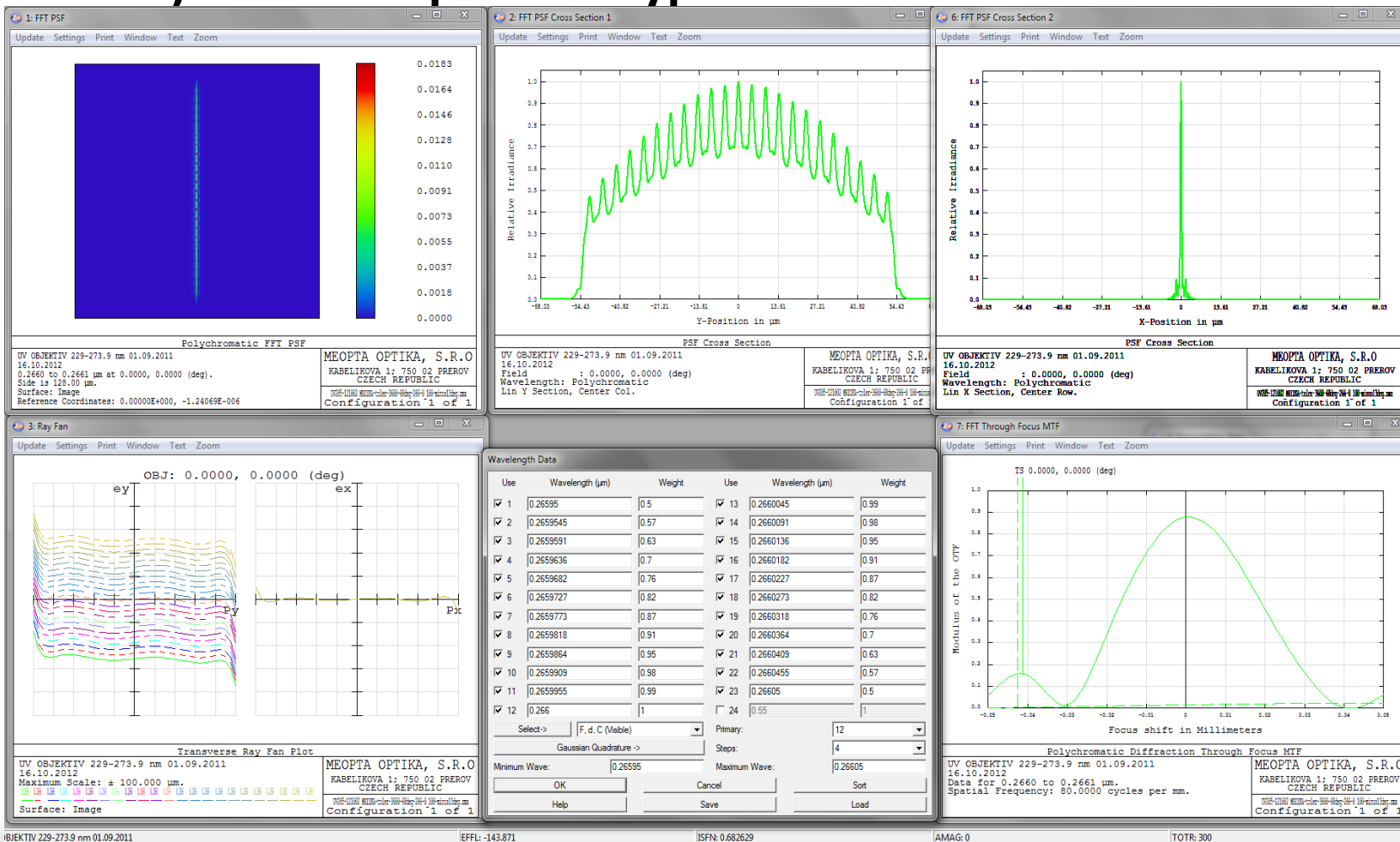
Vln. délka [nm]=266, Azimut [°]=0, Frekvence [č/mm]=100



Výsledky měření

# Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

## c) Intenzitní profil a výpočet MTF ze ZEMAXu



Tradice  
od roku  
1933

OBJEKTIV 229-273.9 nm 01.09.2011

EFFL-143.871

ISFN: 0.682629

AMAG: 0

TOTR: 300

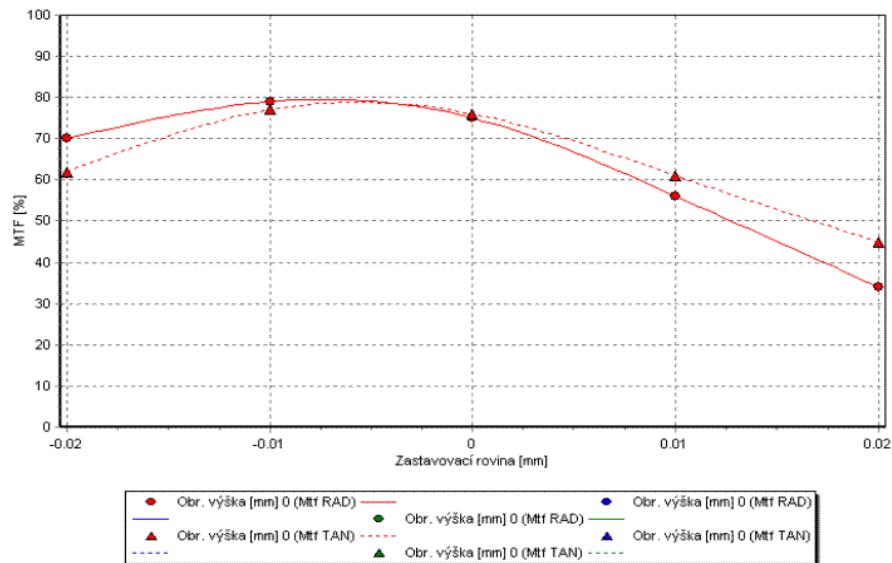
Výsledky měření

# Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

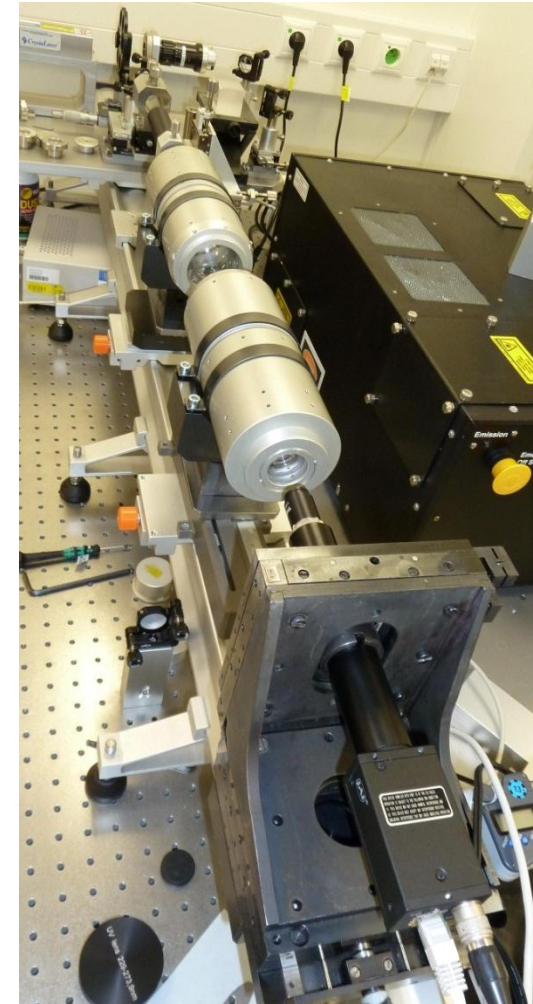
**Měření MTF s objektivy v sérii pro 80 č/mm.**

Měřili jsme MTF bez difrakční mřížky v přímém směru.

UV f100			SN: 2xUV obj.+mřížka
Zvětšení: 1	Clona: 0	MO: 14.6	Šířka štěrbin: 0
Poznámka: laser 266nm;MO40x;MO obr.15x			



Vln. délka [nm]=266, Azimut [°]=0, Frekvence [č/mm]=80

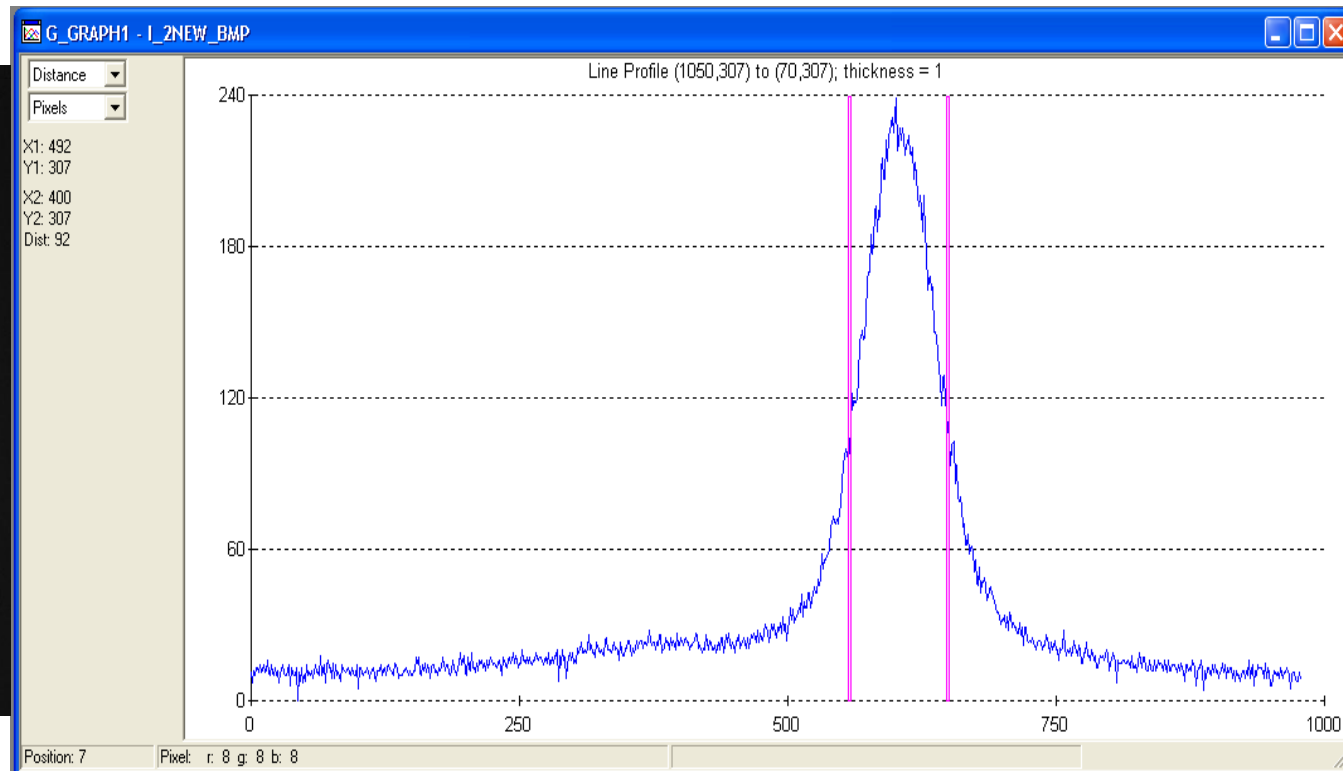
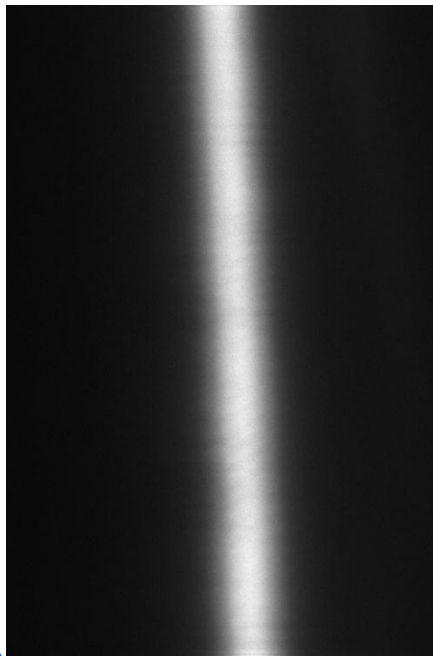


Výsledky měření

# Sestava dvou objektivů s optickou mřížkou

## Měření polo-šířky spektrální čáry s Hg výbojkou

Použili jsme štěrbinu šířky  $5\mu\text{m}$ . Polo-šířka profilu je cca 90px, což ve skutečnosti odpovídá cca  $0,03225\text{mm}$ , a to dává hodnotu spektrální polo-šířky zdroje cca  $0,025\text{nm}$ .



Výsledky měření

# Závěry / výsledky měření

Během výroby/nastavení jsme dosáhli rozlišení 80čar/mm s kontrastem lepším než 50% a poměrně slušnou propustností.

Podařilo se nám změřit polo-šířku NdYAG laseru (266nm) a Hg výbojky.

Další kroky budou praktické testy s Ramanovými spektry.

**Děkuji za Vaši pozornost!**