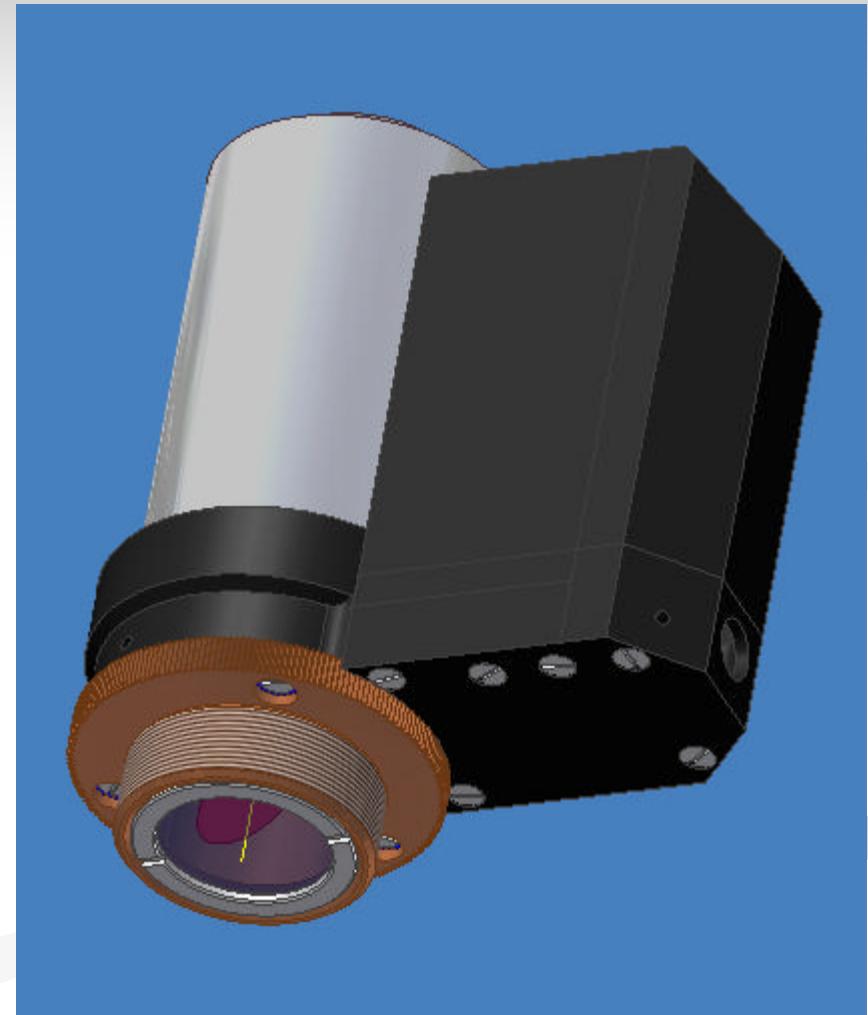
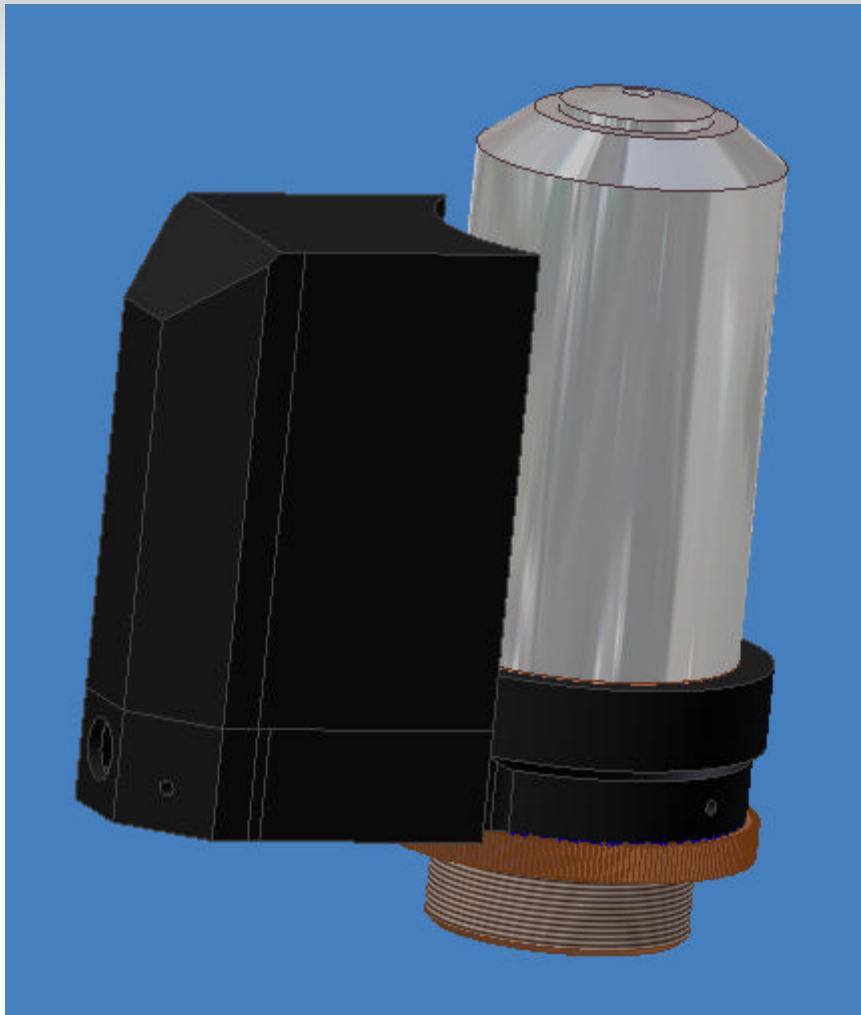


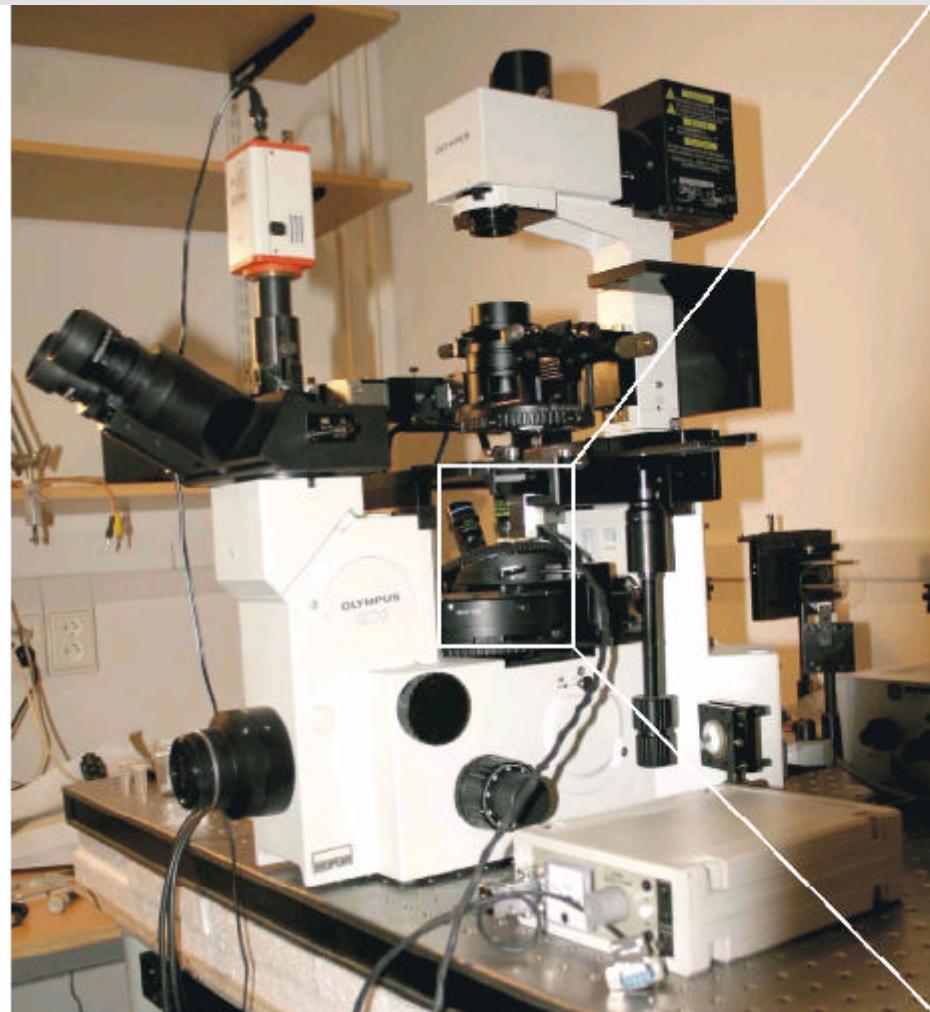
Vlastnosti optické pasti vytvořené minipinzetou



Optická minipinzeta

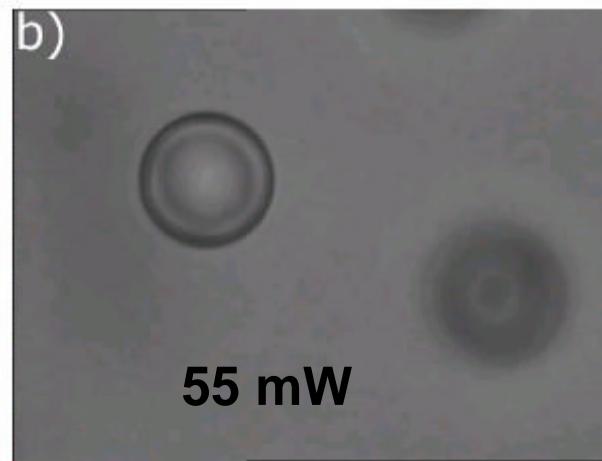
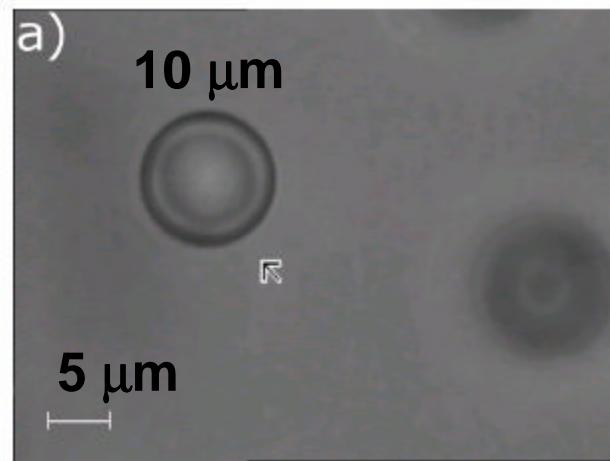


Minipinzeta a invertovaný optický mikroskop

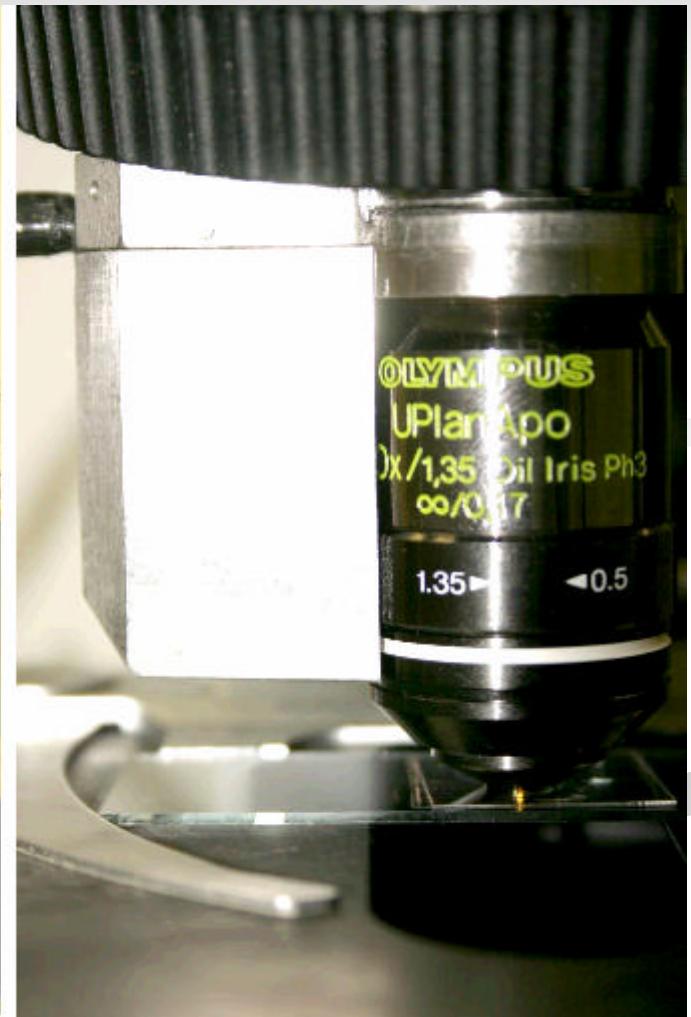
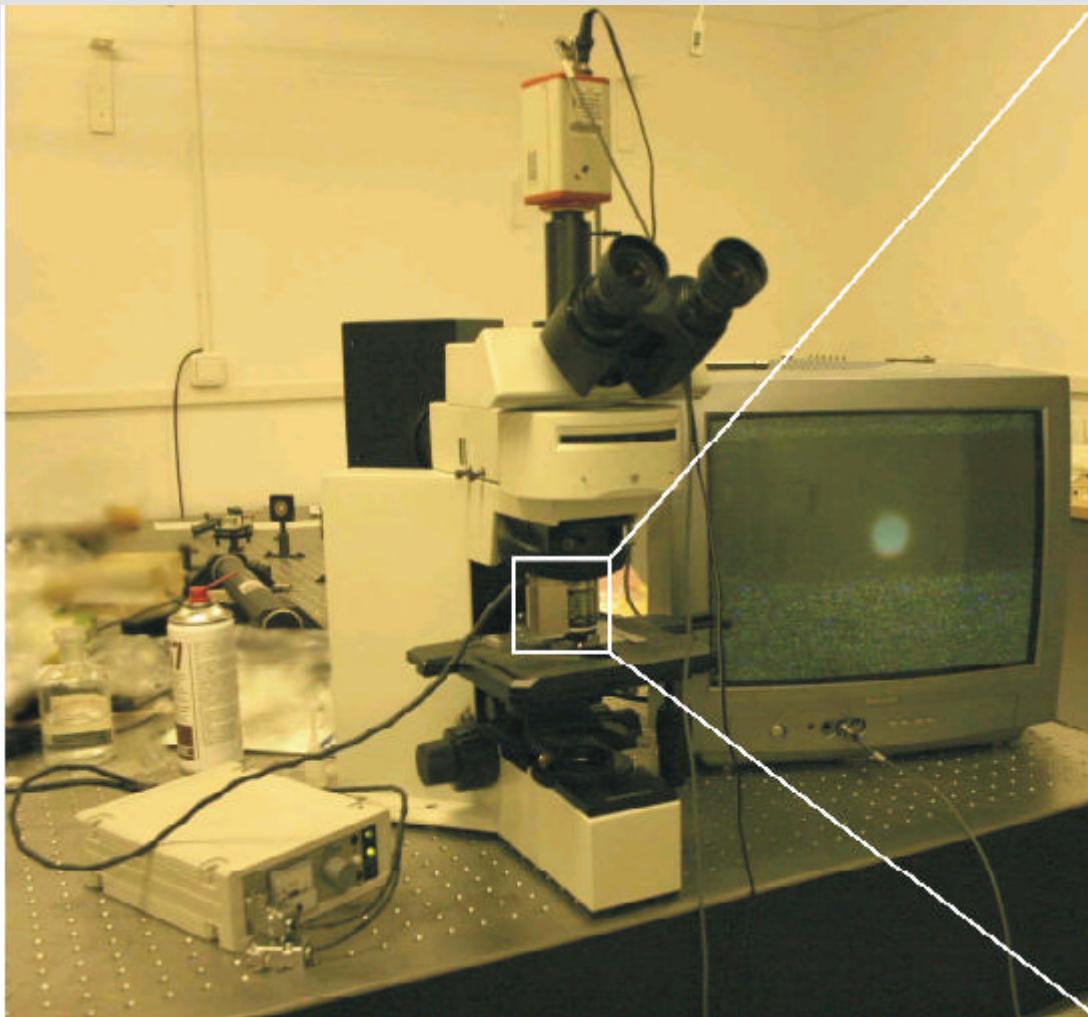


Minipinzeta a invertovaný optický mikroskop

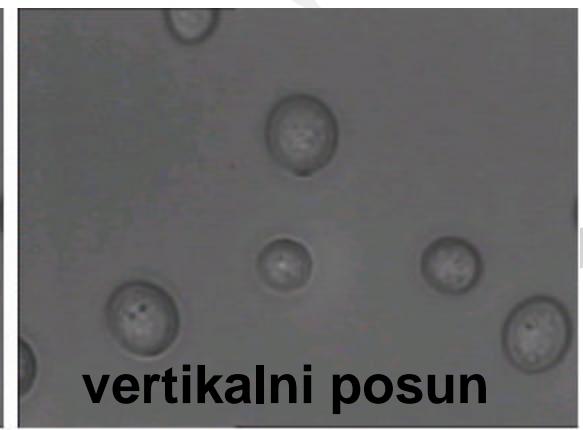
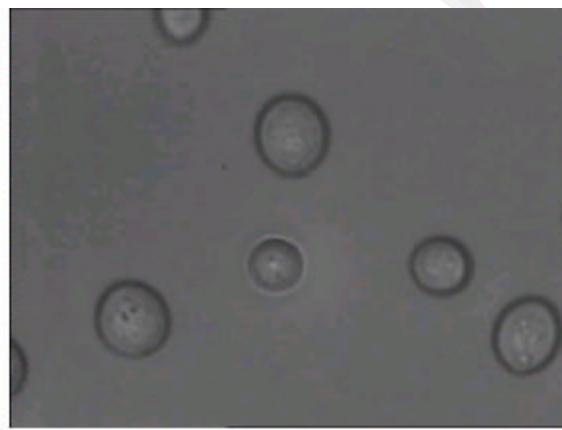
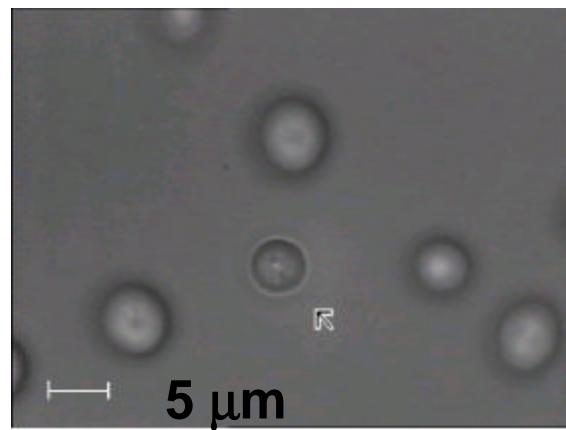
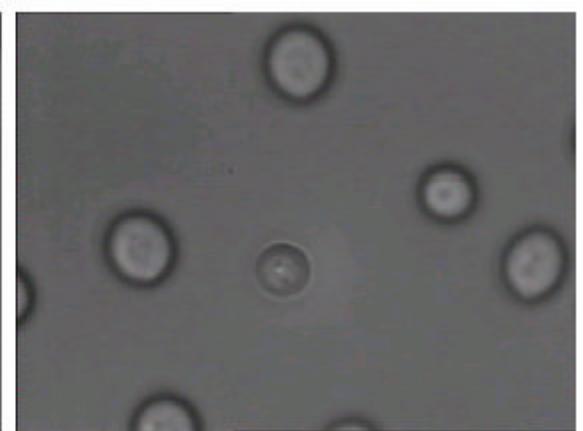
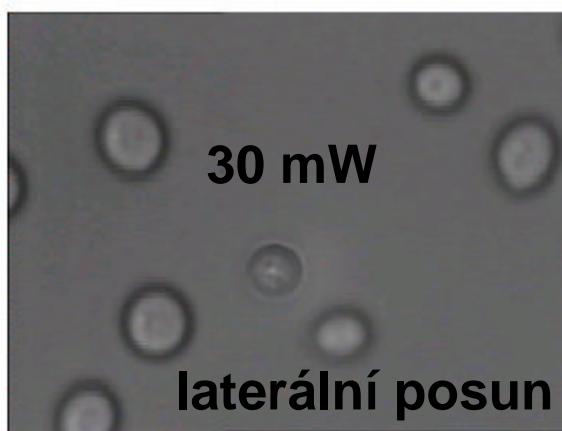
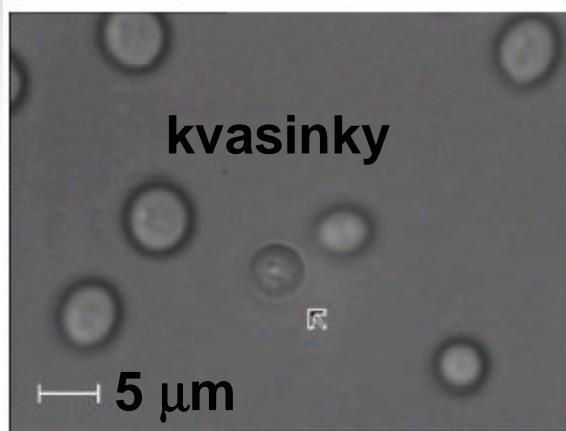
Objektiv: Olympus Ach 100X



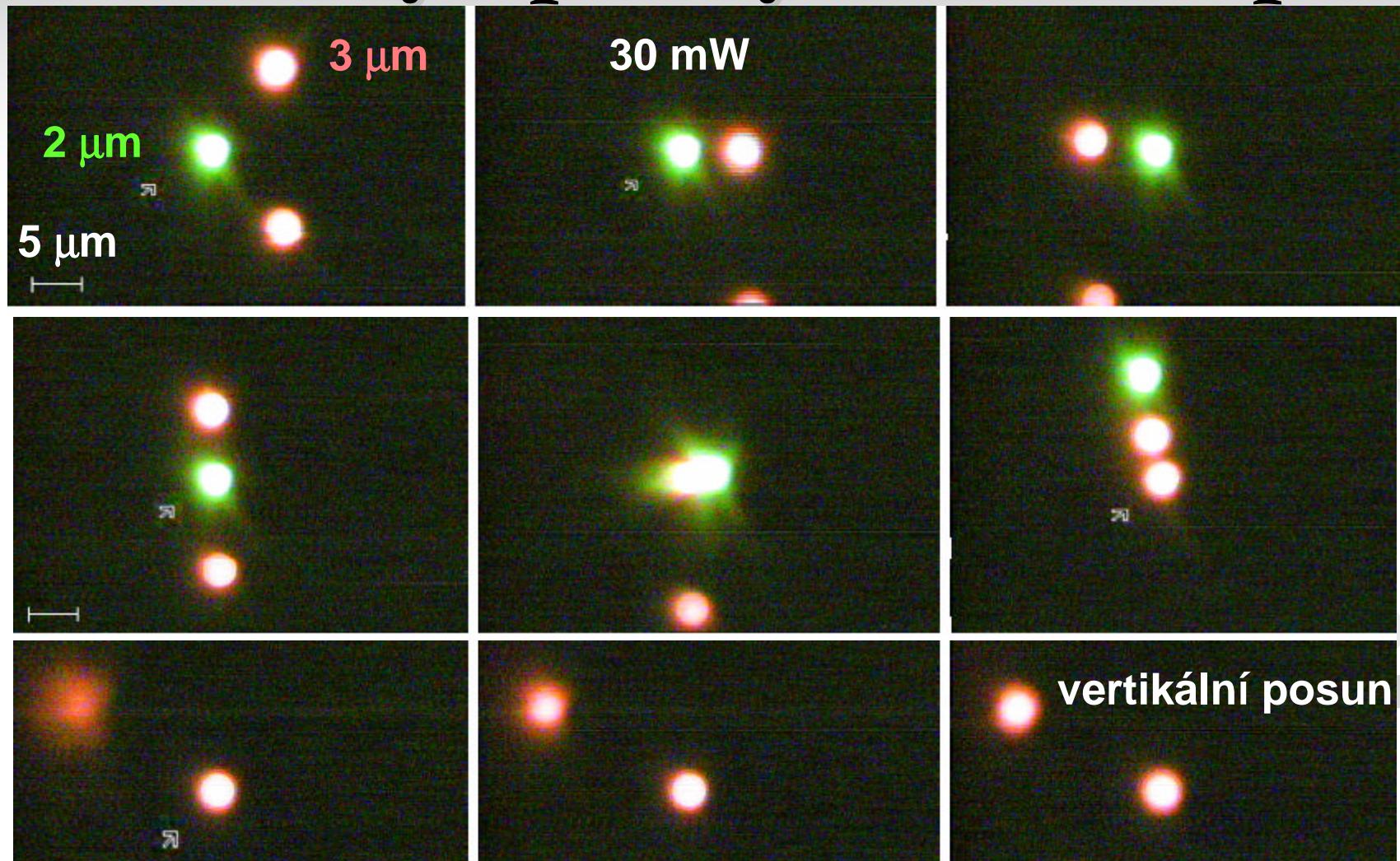
Minipinzeta a klasický optický mikroskop



Minipinzeta a klasický optický mikroskop



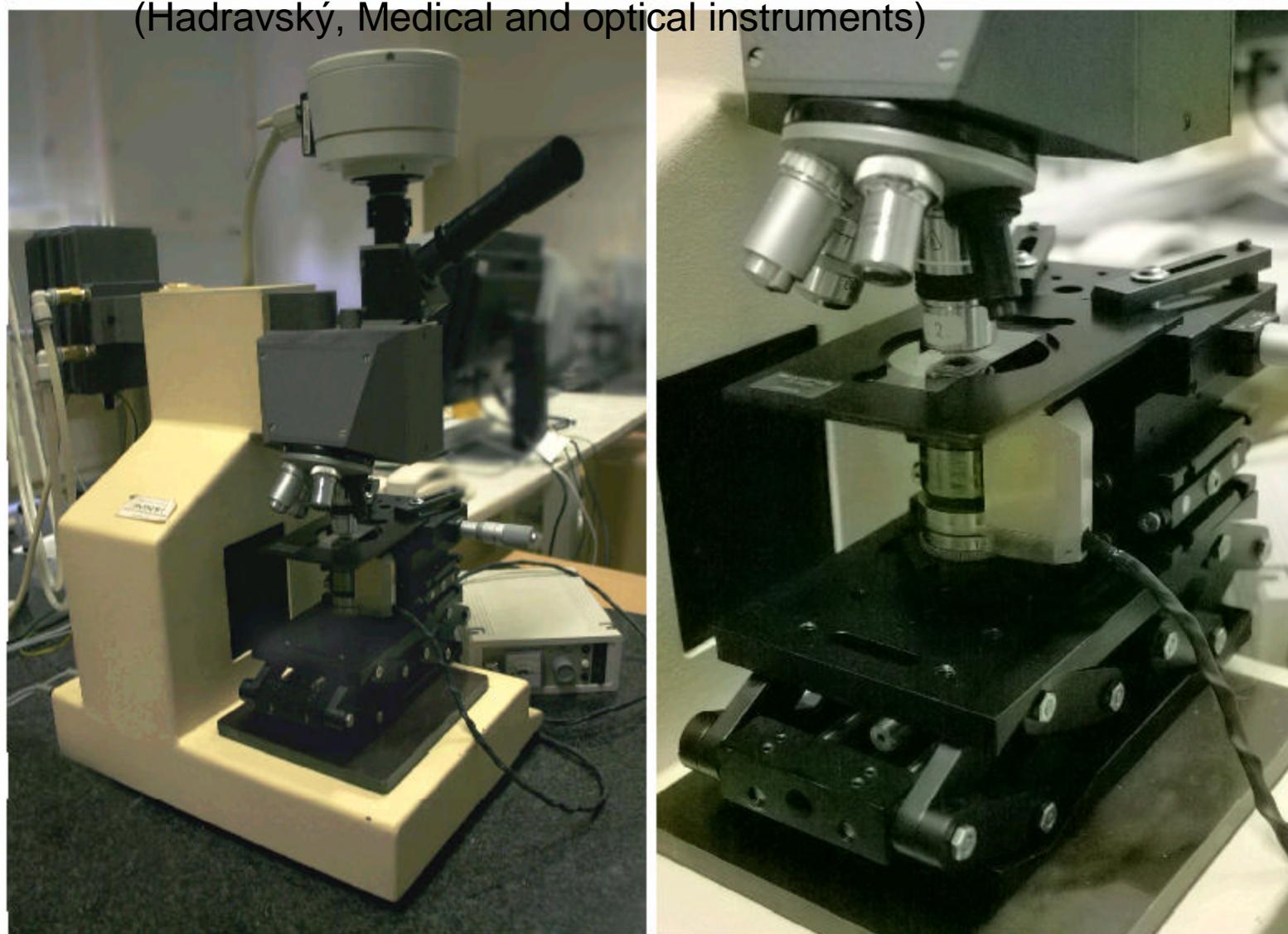
Minipinzeta a fluorescenční klasický optický mikroskop



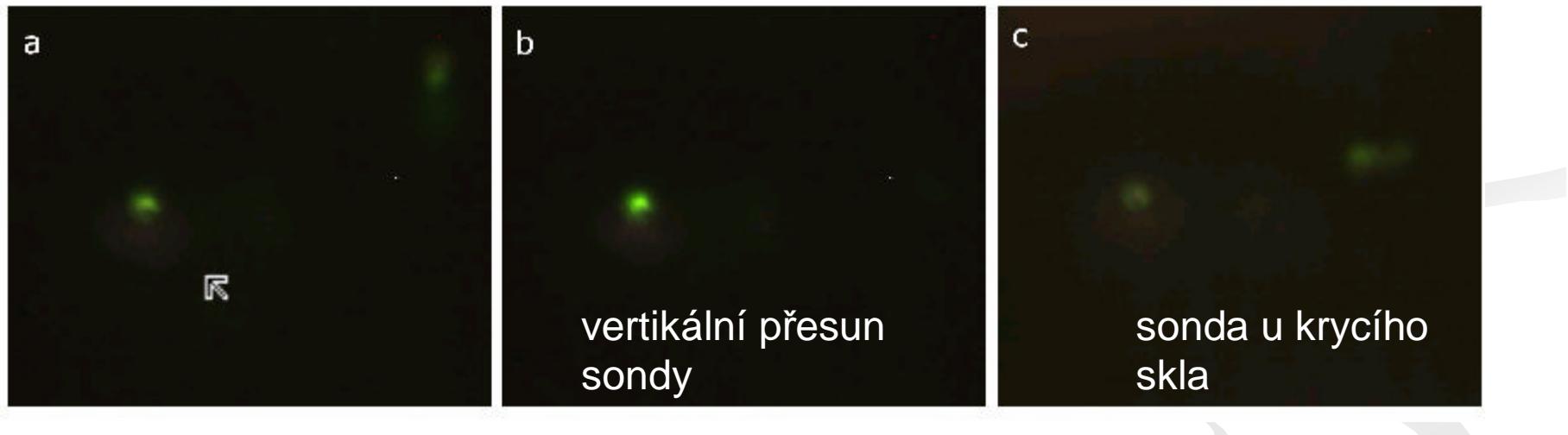
Minipinzeta a konfokální mikroskop

Tandemový rastrovací reflexní mikroskop Confocal 2002

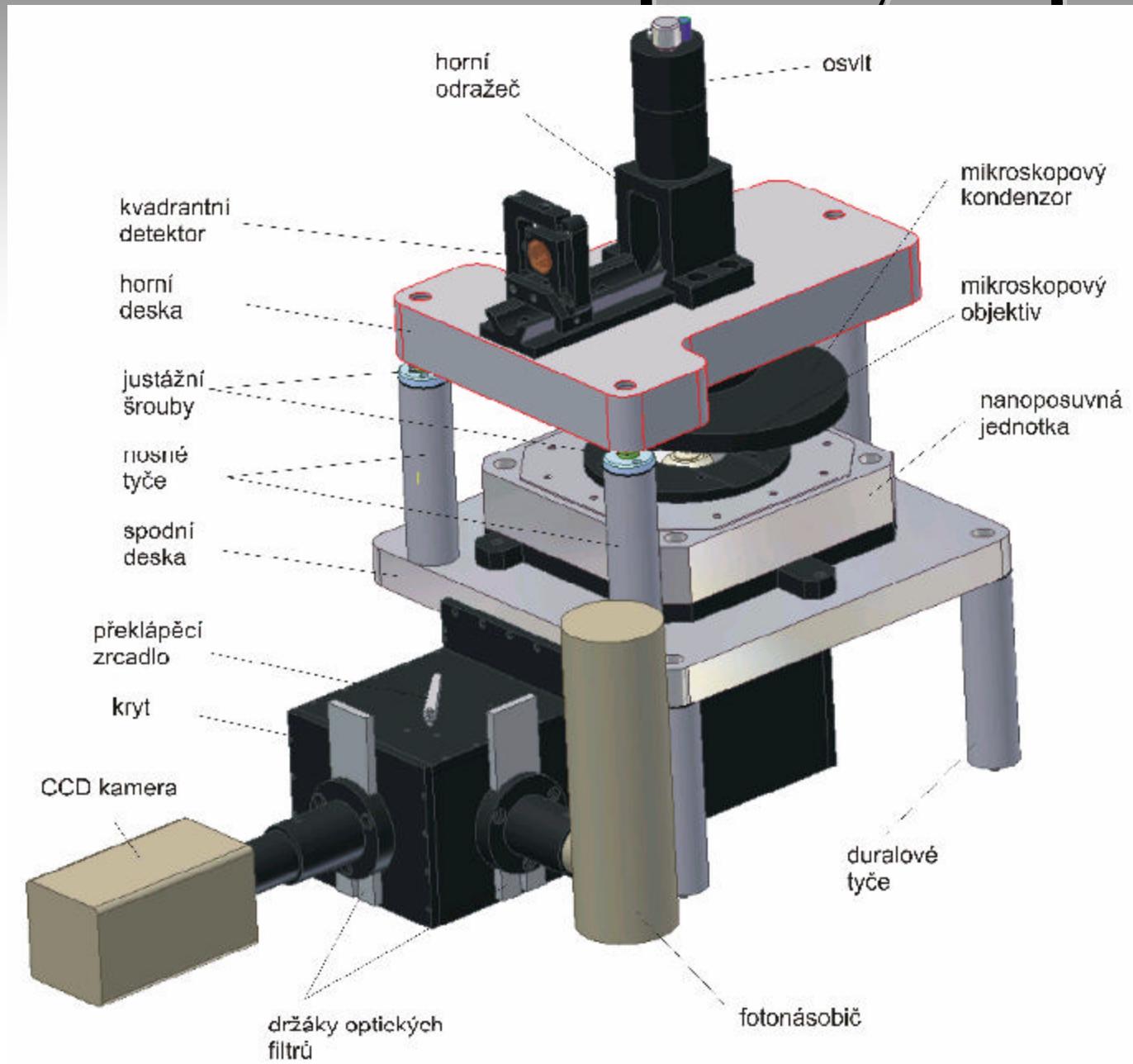
(Hadravský, Medical and optical instruments)



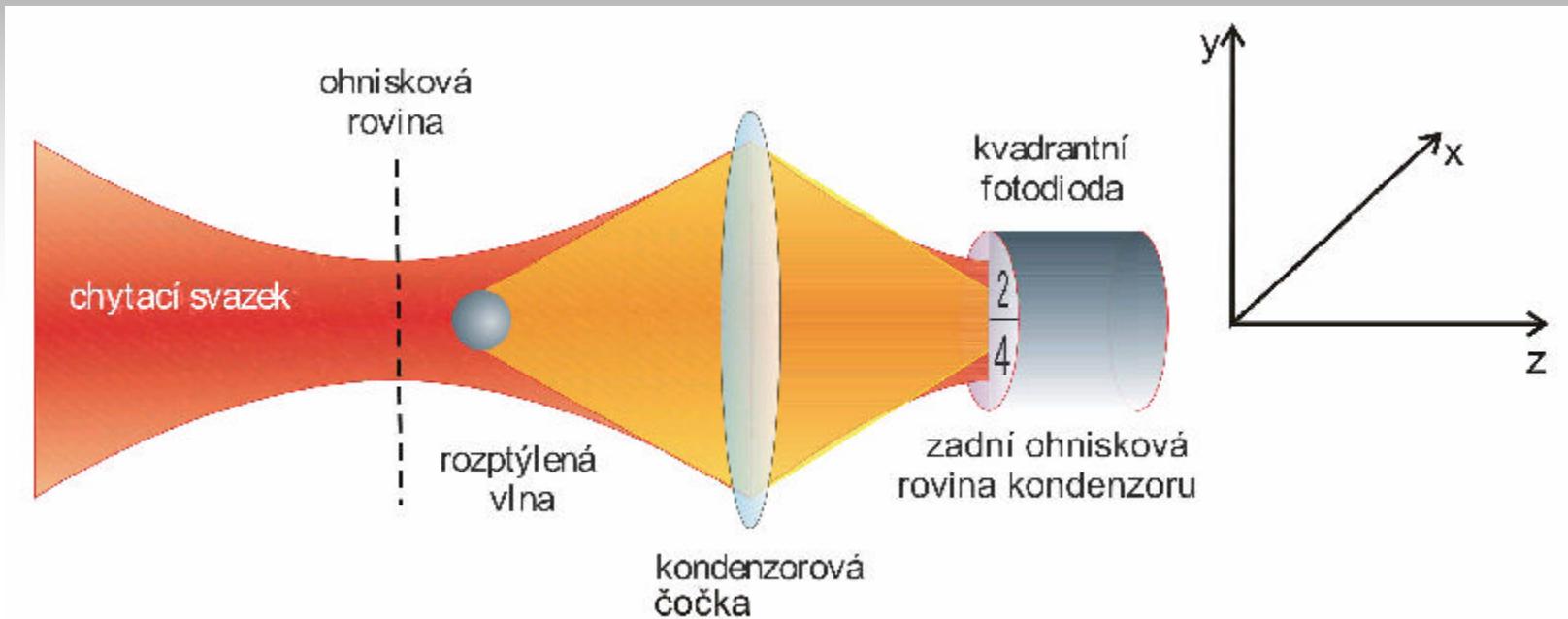
Minipinzeta a konfokální mikroskop



Měření tuhostí optických pastí



Meření výchylky sondy



$$x = \frac{(U_1 + U_3) - (U_2 + U_4)}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4}, \quad y = \frac{(U_1 + U_2) - (U_3 + U_4)}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4}, \quad z = U_1 + U_2 + U_3 + U_4.$$

Výchylky jsou ve voltech !!!

Kalibrace výchylky sondy

Analýzou tepelného pohybu zachycené částice získáme kalibrační konstantu β_x .

1. Spektrální hustota polohy částic:

$$S_x(f) = \frac{k_B T}{\gamma \pi^2 (f_c^2 + f^2)} \quad \gamma = -6\pi\eta a \quad f_c = \frac{\kappa_x}{2\pi\gamma} \quad F_x = -\kappa_x x$$

Tuhost κ_x [N/m]

2. Pravděpodobnost výskytu částice v jednotkovém okolí rovnovážné polohy je dáná Botzmannovou rozdělovací funkcí

$$p(x) = C \exp\left(-\frac{W(x)}{k_B T}\right) \rightarrow -k_B T \ln p(x) = W(x) = \frac{1}{2} \kappa_x x^2 = \frac{1}{2} \kappa_{Vx} x_V^2$$

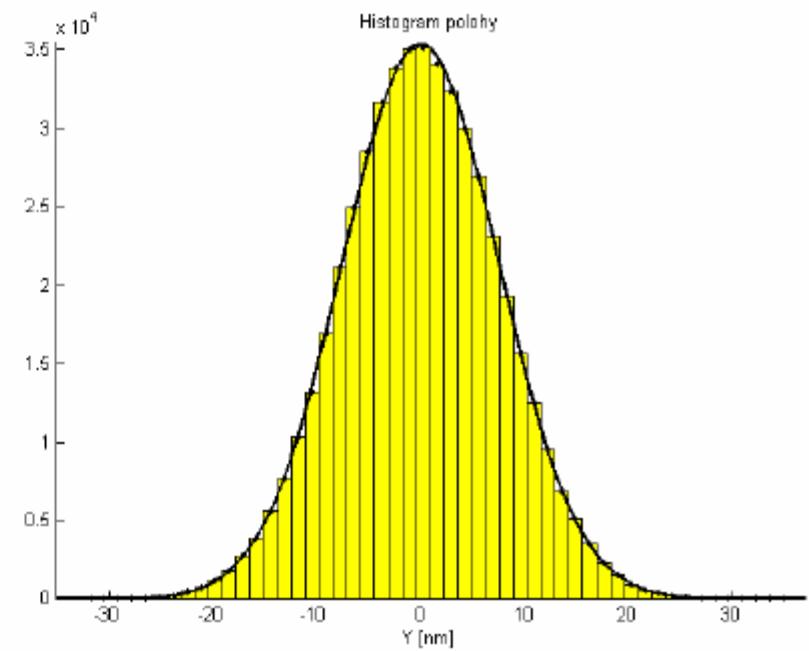
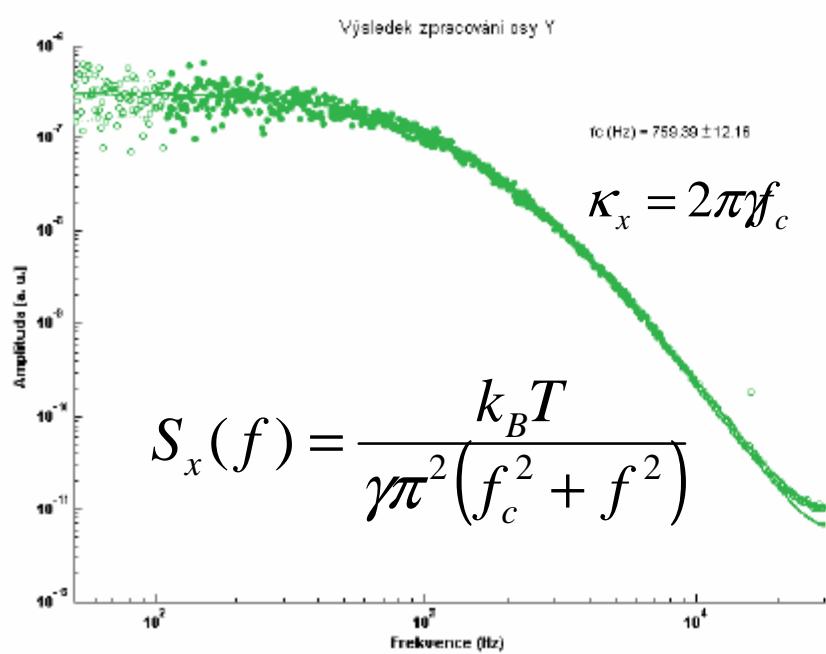
3. Předpokládáme $x = x_V \beta_x$

Parabolická potenciálová jáma:

$$\frac{1}{2} \kappa_x x^2 = \frac{1}{2} \kappa_{Vx} x_V^2 = \frac{1}{2} \kappa_x x_V^2 \beta_x^2 \rightarrow$$

$$\beta_x = \sqrt{\frac{\kappa_{Vx}}{\kappa_x}}$$

Kalibrace výchylky sondy



$$\beta_x = \sqrt{\frac{K_{Vx}}{K_x}}$$

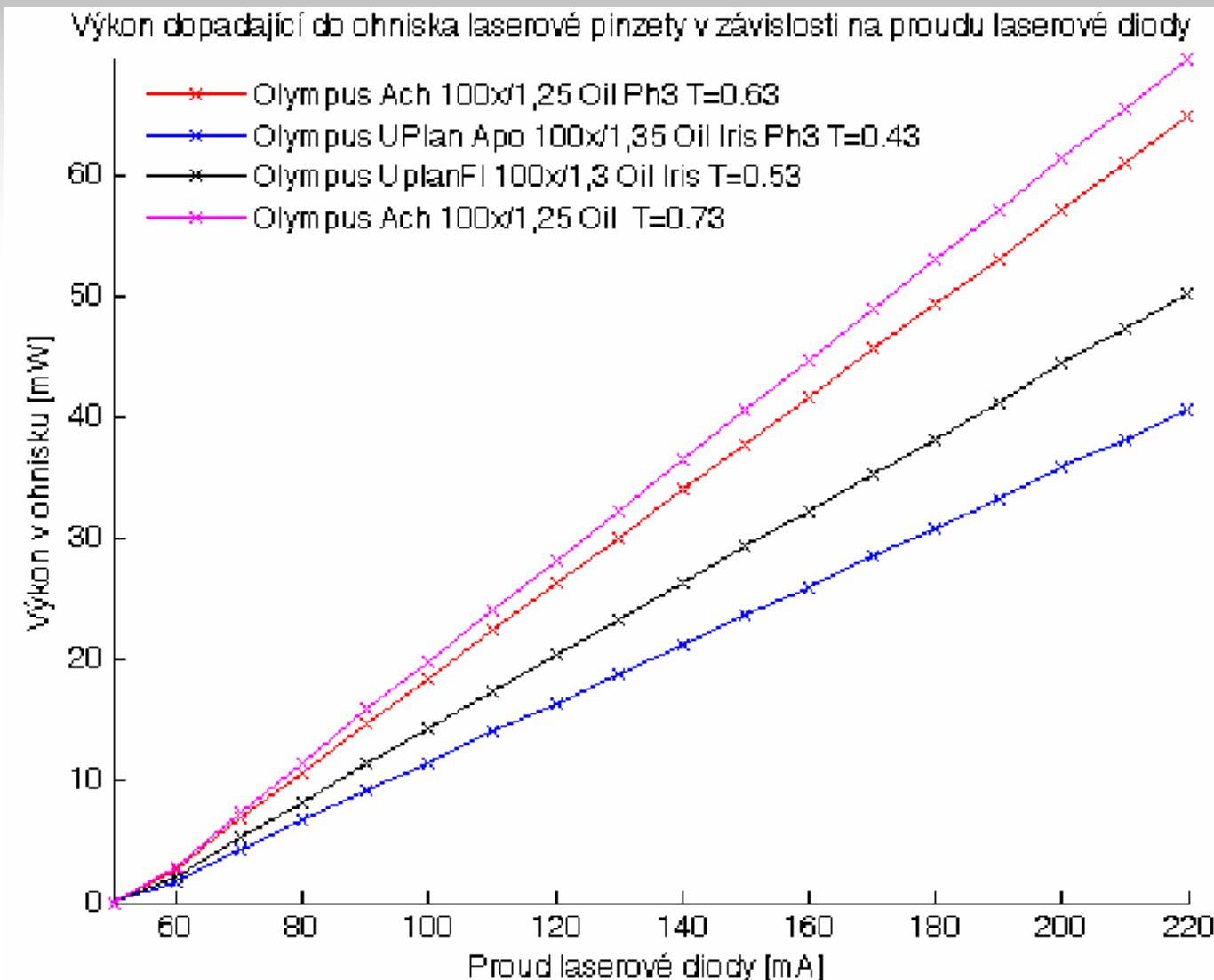
$$p(x_V) = C \exp\left(-\frac{W(x_V)}{k_B T}\right) = C \exp\left(-\frac{K_{Vx} x_V^2}{2 k_B T}\right)$$

Tuhosti optické pasti

Mikroskopový objektiv	κ_{Bx} [10^{-5} Nm $^{-1}$]	κ_{By} [10^{-5} Nm $^{-1}$]	κ_{Bz} [10^{-5} Nm $^{-1}$]
Olympus Ach 100x/1,25 Oil Iris	$7,0 \pm 0,4$	$4,1 \pm 0,3$	$1,5 \pm 0,1$
	$7,0 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
Olympus Ach 100x/1,25 Oil Ph3	$6,3 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$
	$6,1 \pm 0,5$	$2,3 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,1$
Olympus UPlanFl 100x/1,3 Oil Iris	$1,3 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,5$	$1,01 \pm 0,03$
	$1,7 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,04$
Olympus UPlanApo 100x/1,35 Oil Iris Ph3	$2,6 \pm 0,1$	$7,3 \pm 0,2$	$1,40 \pm 0,04$
	$3,1 \pm 0,2$	$7,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,1$

Tabulka 5.1: *Tuhosti optické pasti pro různé typy mikroskopových objektivů a proudu laserové diody $I=180\text{ mA}$. Druhé řádky tabulky u jednotlivých objektivů odpovídají opakováným měřením pro další zachycenou mikrosondu ve stejném místě měřeného vzorku.*

Vlastnosti objektivů



Rozměry optické pasti

Mikroskopový objektiv	w_x [nm]	w_y [nm]	w_z [nm]
Olympus Ach 100x/1,25 Oil Iris	$10,3 \pm 0,3$	$13,5 \pm 0,6$	$22,3 \pm 0,6$
	$10,3 \pm 0,2$	$13,4 \pm 0,4$	$19,3 \pm 0,7$
Olympus Ach 100x/1,25 Oil Ph3	$10,7 \pm 0,3$	$19,2 \pm 1,1$	$26,6 \pm 0,9$
	$10,9 \pm 0,5$	$17,4 \pm 1,2$	$27,0 \pm 0,8$
Olympus UPlanFl 100x/1,3 Oil Iris	$23,4 \pm 1,9$	$17,6 \pm 2,3$	$27,0 \pm 0,3$
	$18,8 \pm 1,5$	$17,6 \pm 1,2$	$26,4 \pm 0,7$
Olympus UPlanApo 100x/1,35 Oil Iris Ph3	$16,7 \pm 0,4$	$10,0 \pm 0,1$	$23,0 \pm 0,5$
	$15,3 \pm 0,5$	$9,9 \pm 0,1$	$22,0 \pm 0,5$

Tabulka 5.2: Rozsahy kmitání mikrosondy v optické pasti ve směrech x , y a z , proud laserové diody 180 mA. Druhé řádky tabulky u jednotlivých objektivů odpovídají opakoványm měřením pro další zachycenou mikrosondu ve stejném místě měřeného vzorku.

Děkuji za pozornost

