

Jak psát sočku

Jakub Dokulil, Brno 2022

Co bych se zde chtěl dozvědět?

Z čeho mám u SOČky strach?

Dnes bych se chtěl dozvědět

Mám strach z

Jaké jsou benefity SOČkaření?

Díky Sočkaření ...

Téma a školitel

Jak seženu téma

Vím co chci



- Poradím si
- Napíšu někam kde mi pomůžou
 - Komunita na sociálních sítích, místa, kde dělají něco podobného (např. otevřené dílny).

Tuším obor, ale
nevím co dělat



- Vyberu si téma vypsané nějakou institucí
 - web SOČ, Bioskop, Otevřená věda, JCMM
- Napíšu někam, jestli by se mě neujali
 - Většina vědeckých pracovišť (Ústavy/katedry na fakultách, ústavy AVČR, ...)

Moc nevím do
čeho se pustit



- Zkusím využít nějaký kurz spjatý s daným oborem
 - kurzy Bioskopu, korespondenční semináře
- Zkusit něco k čemu mě to táhne, když tak toho po chvilce nechám

Témata prací

Podle pravidel soutěže si student volí téma své odborné práce sám podle svého zájmu. Pokud ale vlastní téma nemá, může si vybrat z nabídky témat či tematických okruhů, které nabízejí odborníci např. z vysokých škol, pracovišť Akademie věd či odborníci z praxe. Přehled aktuálně nabízených témat najdete zde:

Masarykova univerzita (SCI MUNI, FI MUNI, ECON MUNI)

Chceš psát SOČ na MUNI? Koukní na náš web <https://prostredoskolaky.muni.cz/soc/> a vyber si téma, které tě zajímá. Najdeš zde téma pro svoji středoškolskou odbornou činnost z oblastí **biologie, ekonomie, fyziky, geografie, geologie, chemie a informatiky**. Další téma je možné domluvit po konzultaci na jednotlivých katedrách či ústavech MUNI. Pojd' objevovat s námi!

Vysoká škola polytechnická Jihlava

Vysoká škola polytechnická Jihlava nabízí téma prací pro Středoškolskou odbornou činnost v sedmi různých oborech SOČ. Podrobnosti najdete v [tomto souboru](#).

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

Přehled témat nabízených Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze najdete přímo na [stránkách fakulty](#).

Školitel





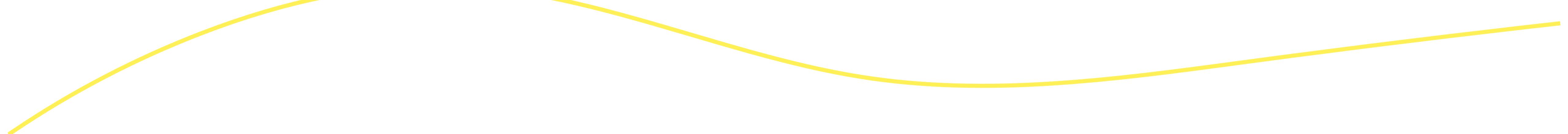
Rozmyslete si čeho chcete dosáhnout
a jaké metody pro to chcete použít.
Podle toho si rozvrhněte práci.

Rozmyslím si ...

- Téma
- čeho chci dosáhnout
- metodiku

Jak se píše taková práce

Časová struktura



Není práce jako práce

Teoretická práce

1. Úvod
 - Motivace
 - Formulace problému
2. Stať
 - Teoretický úvod
 - Rozvinutí myšlenek
 - Vlastní objev — řešení
 - další možné využití
3. Závěr

Praktický výzkum

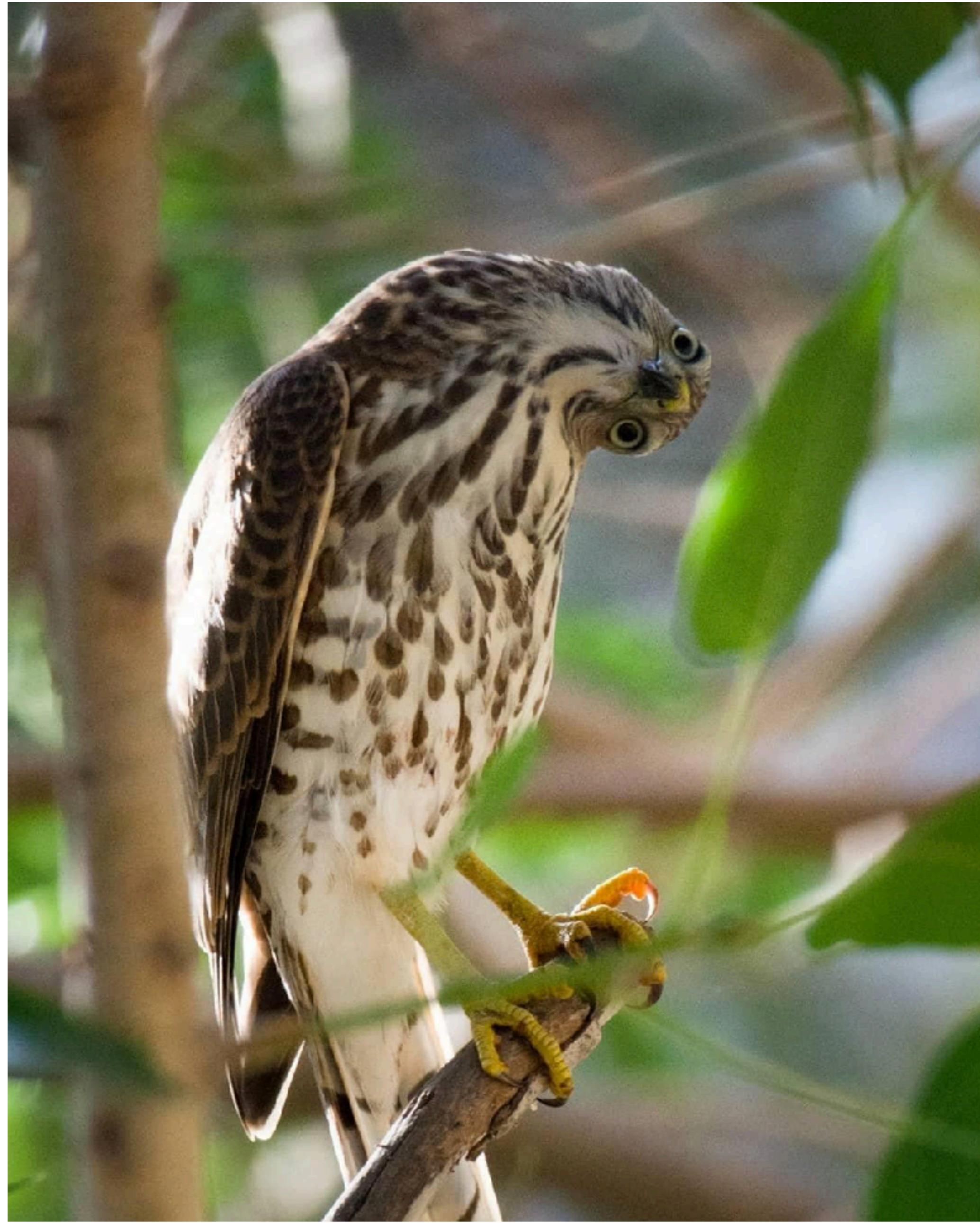
1. Úvod
 - Motivace
 - Formulace hypotéz
2. Stať
 - Stručná teorie
 - Metodika
 - Výsledky
3. Závěr
Přílohy: Dokumentace přístrojů, kompletní data

Výrobek

1. Úvod
 - Současné výrobky (konkurence)
 - Požadavky na funkciálnost
2. Stať
 - Popis návrhu
 - Představení řešení
 - Odůvodněná volba toho vašeho
3. Závěr
Přílohy: Výkresová dokumentace, výrobní data, ...

Didaktická pomůcka

1. Úvod
 - Formulace problému
 - Současné pomůcky
2. Stať
 - Vyučovaná látka
 - Návrh uč pomůcky
 - Testování v praxi
3. Závěr
 1. Zhodnocení
 2. Použití v praxiPřílohy: Výkresová dokumentace, výrobní data, ...



Co teda chci dělat

Proč to za to vlastně stojí dělat

Vytvořím si osnovu

Mám nápad, teď kde o tom něco zjistit?

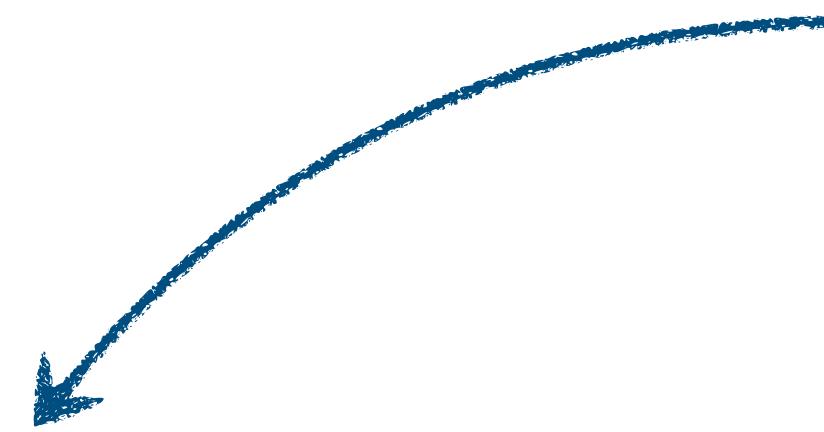
Odborné zdroje

- Odborné učebnice o daném oboru (nejnovější jsou většinou anglicky)
- Články
- Mohou pomoci videa na youtube (např. 3Blue1Brown)

Kde se k tomu dostanu

- Školitel půjčí/poskytne
- Vědecké knihovny (NTK, MZK, ...)

Eeeeh angličtina ... 😞



Důležitý vzorec. Při defokusaci
 Δz se mi to pootočí o $\Delta\varphi$

Poznámky pomáhají

Zkuste si články postupně
přepsat vedle na papír, klidně i
česky, lépe jím porozumíte.

Článek, kniha, ...

Poznámky

Otázky

RESEARCH | RESEARCH ARTICLE

Clearly, this strategy entails a favorable fluorescence photon economy: The approximate position is injected by the excitation photons abundantly available from the light source (23), whereas the precious emitted photons are used just for fine-tuning.

MINFLUX can be implemented with many types of light patterns, including standing waves which, after localizing in one dimension (1D), can be rotated to localize in other directions, too. Nonetheless, some key characteristics of MINFLUX hold for any type of pattern. To derive them, we now assume an arbitrary 1D intensity pattern $I(x)$ with $I(0) = 0$. This could be a standing wave (Fig. 1A) of wavelength λ , but we explicitly make no restrictions as to the pattern shape. Let us first probe the location x_m of a molecule, ignoring photon statistics. If the pattern is moved, such that the zero sweeps over the probing range containing the molecule $-L/2 < x < L/2$, the molecular fluorescence $f(x) = C(x_m - x)$ vanishes at x_m . C is a prefactor that is proportional to the molecular brightness and the detection sensitivity, as well as to a parameter describing the molecular orientation in space. The solution x_m is now easily obtained by solving $f(x_m) = 0$.

Because C is a prefactor, the molecular orientation has no influence on the solution. This contrasts with camera-based localization, where unidentified molecular orientations can induce systematic errors in the tens of nanometers range (22, 23). Moreover, because $f(x)$ is known or can be determined experimentally, two probing measurements with the zeros of $f(x)$ placed around the molecule are sufficient for establishing x_m (Fig. 1B).

Clearly, this also holds for the two "end points" of the L -sized probing range, where the signal is given by $f_0 = C(x_m + L/2) - C(x_m)$ and $f_1 = C(x_m - L/2) - C(x_m)$; note that we have redefined the two displaced intensity functions with the subscripts 0 and 1 if L is so small that $f(x)$ can be approximated quadratically around x_m any dependence on λ disappears. $f(x_m) = C(x_m - x^2) = 0$ then yields the solution $x_m = L/1/(1 + \sqrt{f_0/f_1}) - 1/2$ (see supplementary text S3). Thus, for small distances between the zero and the molecular position ($L \ll \lambda/2$), the solution x_m does not depend on the wavelength creating the light pattern, nor does x_m depend on the fluorescence emission wavelength, because the emitted photons are just collected. Therefore, in the quadratic approximation, the solution of the molecular position x_m does not depend on any wavelength.

In practice, f_0 and f_1 are the averages of the acquired photon counts n_0 and n_1 obeying Poissonian statistics, which needs to be considered. Hence, x_m is actually the expected value of the localization with the individual measurements fluctuating around this value. The conditional probability distribution of photons $P(n_0, n_1|N)$ follows a binomial distribution $P(n_0, n_1|N) = \text{Binomial}(p_0, N)$, where p_0 is the probability of assigning a photon to the first probing measurement I_0 . This success probability is given by $p_0(x) = f_0(x)/[f_0(x) + f_1(x)] = I_0(x)/[I_0(x) + I_1(x)]$, considering the dependence on both $I(x)$ and L . We calculated $p_0(x)$ for three distances $L =$

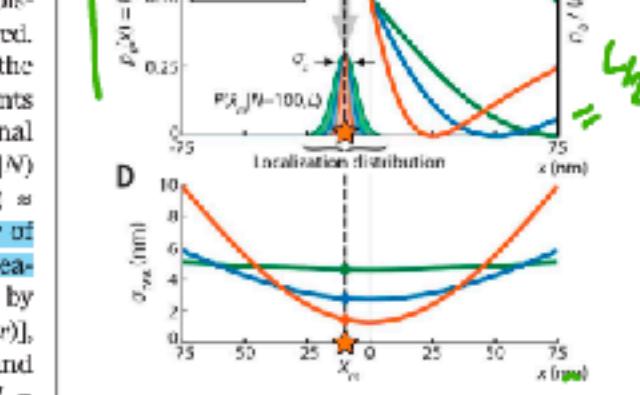
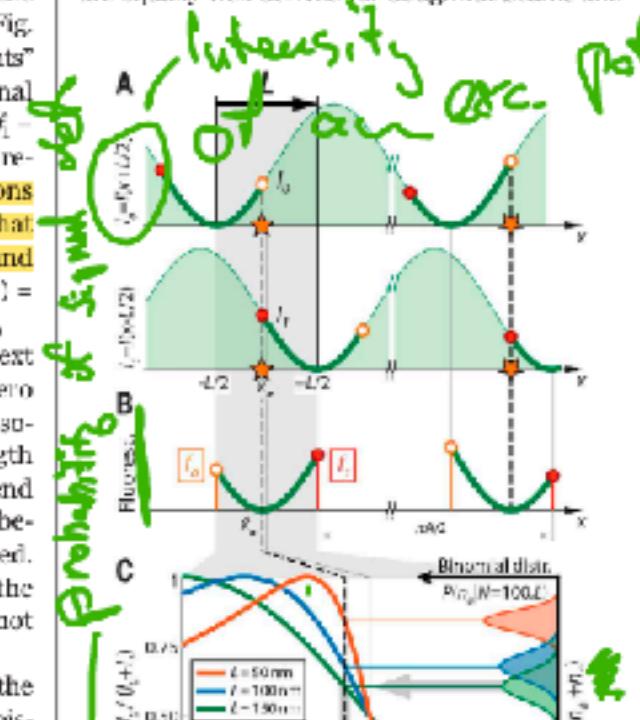
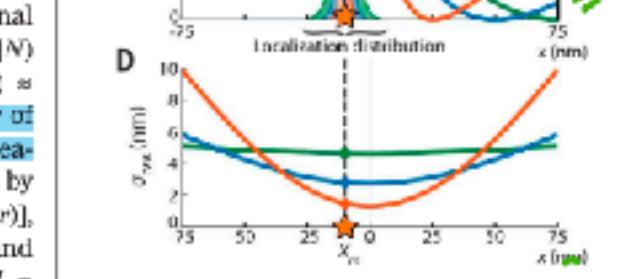
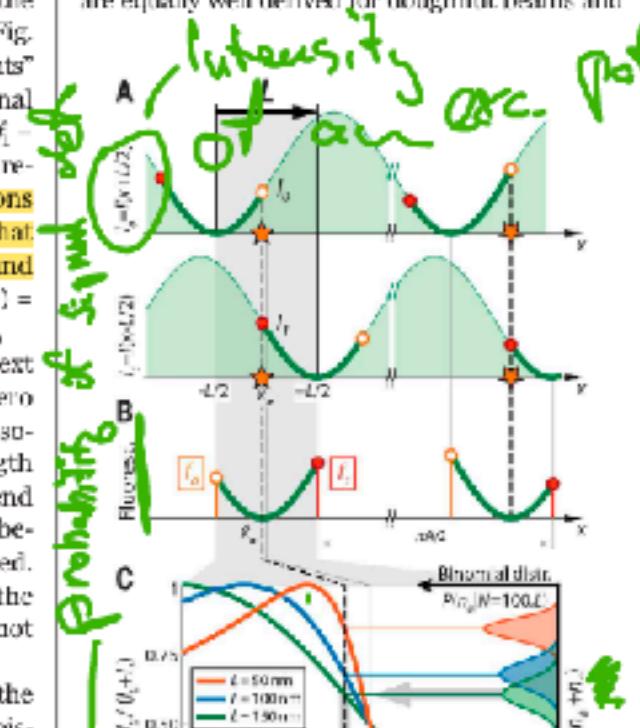
Left-beamed setup

Balzarotti et al., Science 355, 508–512 (2017) 10 February 2017

50, 100, and 150 nm of a standing wave of $\lambda = 640$ nm, showing that, between $x = -L/2$ and $x = L/2$, it steeply spans the whole range between zero and unity (Fig. 1C). With decreasing L , the steepness increases, and in the quadratic approximation, we have $p_0(x) = \frac{1}{2} (2x/L + 1)^2 / [(2x/L)^2 + 1]$.

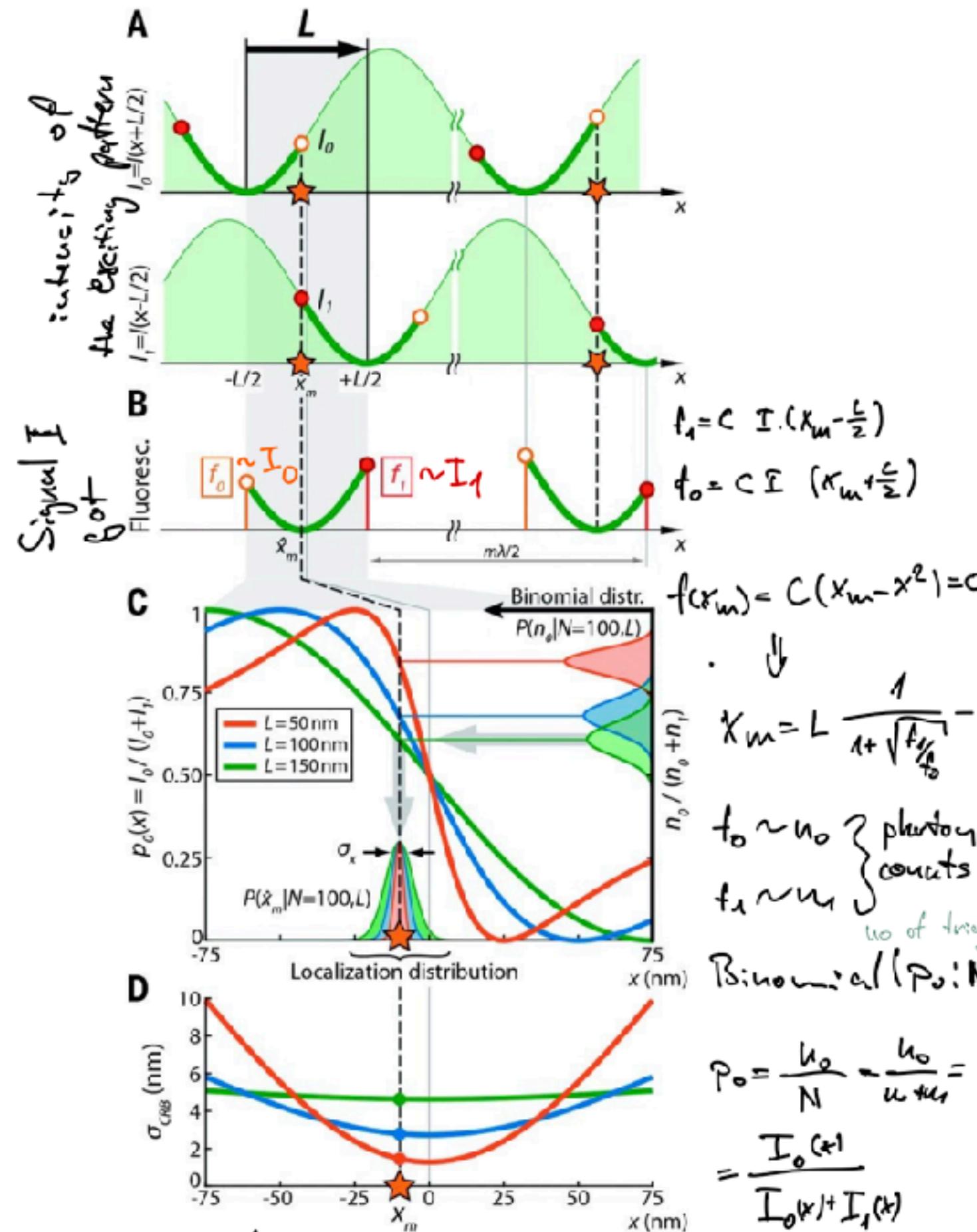
The position of the emitter x_m can be estimated by using a maximum likelihood approach. The maximum likelihood estimator (MLE) of x_m is such that $p_0(x_m) = n_0/(n_0 + n_1) = \hat{p}_0$, where \hat{p}_0 is the MLE of the success probability $p_0(x_m)$. Thus, $p_0(x)$ maps the statistic of n_0 and n_1 into the position estimation, giving the distribution of the position estimator $P(x_m|N, L)$. The smaller L is the more sharply distributed x_m is (Fig. 1C). Statistical modeling of MINFLUX allows us to calculate the Fisher information of the emitter position and its Cramér-Rao bound (CRB) (see supplementary text S1), which determines the best localization precision attainable with any unbiased estimator (Fig. 1D). For the quadratic approximation, the CRB is given by $\sigma_{\text{CRB}}(x) = L/(4\sqrt{N})$ [$(2x/L)^2 + 1$] (see Eq. S220). Unlike camera-based localization, in which the precision is homogeneous throughout the field of view, here, it reaches a minimal value $\sigma_{\text{CRB}}(0) = L/(4\sqrt{N})$ (Fig. 1D) at the center of the probing range. Note that, for example, two measurements with the zero targeted to coordinates within a distance $L = 50$ nm localize a molecule with ≤ 2.5 nm precision using merely 100 detected photons.

Analytical expressions of $p_0(x)$ and $\sigma_{\text{CRB}}(x)$ are equally well derived for doughnut beams and



Preliminary, se řešit 1. větu.

clickuje na foto.



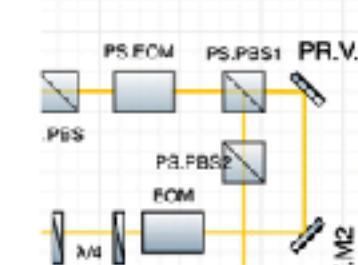
$$P_0(x) = \frac{1}{2} \frac{(2x/L + 1)^2}{[(2x/L)^2 + 1]} \Rightarrow \text{We search for maximum probability of the emitter position}$$

Questions

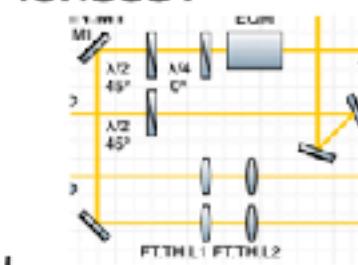
→ Does first PBS serve just for getting the pol?

→ first EO? as an IP rotation?

→ Why second PBS?



→ Why are there those two lenses?



Imaging back focal plane
Same elevation

→ Is SL1 placed in the back focal plane?

→ Purpose of WF an activation beam

→ Why is there A2 between EO's

→ What does CW mean

→ In which direction (cell/trans.) goes which polarisation in PBS

values of the root mean square error (RMSE) ranging from 6 nm to 18 nm and 50 nm to 280 nm were obtained at the measured positions over 3.5 μm and 13.6 μm depth ranges, respectively. Using masks of different design, the localization of nanoparticles in a variable axial range of 2.5–13.6 μm was demonstrated, achieving the precision of 5–15 nm laterally and 10–50 nm axially. The tracking of gold and polystyrene beads undergoing Brownian motion inside a droplet of deionized water was successfully carried out in the volume of $14 \times 10 \times 16 \mu\text{m}^3$. The fluorescence imaging of LW13K2 cells and 3D localization of cellular proteins was also demonstrated.

amplifadu

2. Methods

$$U(x, y, z) = u(x, y; \alpha_0) e^{i\beta_0 z}$$

2.1. Theoretical concept of vortex NBs

The NBs represent a wide class of light fields whose physical nature was initially questioned, but later their benefits were demonstrated in a variety of optical scenarios [26]. The unique properties of the NBs appear as a consequence of the specific spatial spectrum that can ideally be considered as a set of plane waves with their wave vectors \vec{k} tilted by an angle θ_0 toward the optical axis z [26]. An ideal monochromatic NB arises due to the interference of these plane waves and its complex amplitude can be written as $U(x, y, z) = u(x, y; \alpha_0) \exp(i\beta_0 z)$ (temporal oscillations were omitted), where the propagation constant β_0 represents the projection of the wave vectors \vec{k} to the axis z , $\beta_0 = k \cos \theta_0$, $k = |\vec{k}|$. Resizing of the beam spot is determined by the parameter α_0 representing the lateral component of the wave vectors \vec{k} , $\alpha_0 = k \sin \theta_0$. The spatial spectrum $A(k_x, k_y)$ of the NBs restricts propagation directions of the plane waves, but the amplitudes and phases of the waves can be set by an arbitrary complex function $F(\Phi)$ periodic in the azimuthal angle Φ [27].

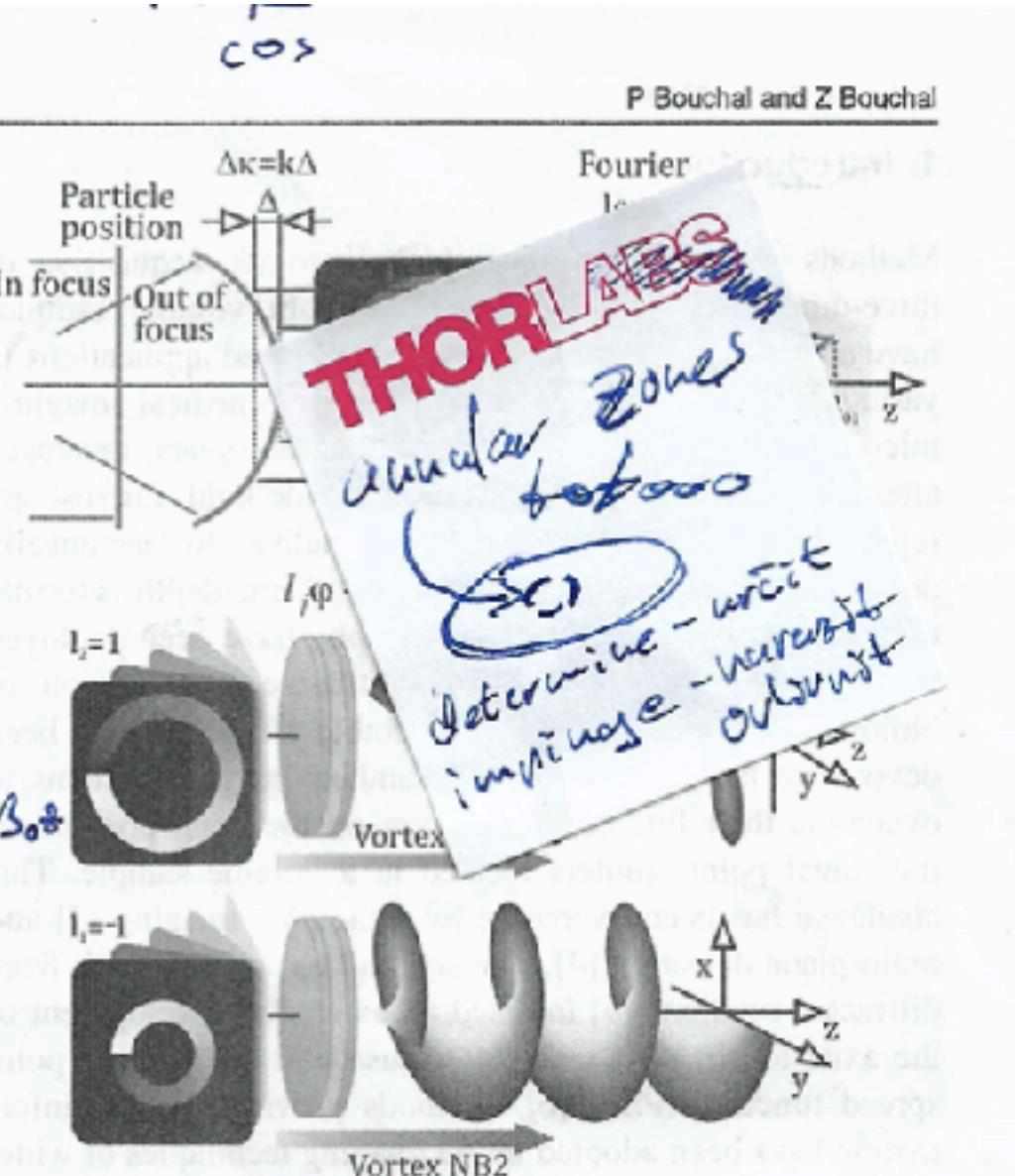


Figure 1. Creation of the vortex Bessel beams by optical Fourier transform of light diffracted at the annular rings with the spiral phase modulation. The topological charges l_i and the propagation constants β_{0i} of the beams are determined by the parameters of the rings, while the phase offsets κ_i are influenced by the shape of the wavefront impinging on the rings.

therefore dependence of the intensity spot on φ is required. The particle localization using a single NB with a symmetrical annular intensity spot was demonstrated in digital holography. In this case, the real part of the complex amplitude U with a cosine φ dependence given by equation (2) was processed instead of the intensity [28]. The conventional localization experiments are performed with the intensity records and the azimuthal modulation of the PSF arises due to the interference of two or more beams. The Bessel beams used in the NVM are generated by the SM transmitting light through narrow annular zones. In the individual zones, the spiral phase determined by different topological charges is imposed on the impinging light wave. By the optical Fourier transform applied to the light passing through the SM, a superposition of Bessel beams with the complex amplitude approximately given by equation (2) is created.

As shown in figure 1, the generated Bessel beams possess helical wavefronts with different topological charges l_i and propagation constants β_{0i} . When more than two beams are used, the parameters l_i and β_{0i} must be properly adjusted to attain the self-imaging effect utilized in the axial localization (supplementary material, part A is available online at stacks.iop.org/JOPT/19/105606/mmedia). Explanation of the depth estimation is easily done, if only two vortex Bessel modes are generated and the interference pattern is recorded.

$$A(k_x, k_y) \propto \delta(\alpha - \alpha_0) F(\Phi), \quad (1)$$

where $(k_x, k_y) = (\alpha \cos \Phi, \alpha \sin \Phi)$ and δ denotes the delta function. To generate the vortex Bessel beam used in the localization experiments, the amplitudes of the plane waves are kept constant, while the phases vary as $F(\Phi) \propto \exp(i\Phi + ik)$, where $l = \pm 1, \pm 2, \dots$, denotes the topological charge of the created vortex beam and κ is a phase offset. The complex amplitude of the Bessel beam can be written as

$$U(r, \varphi, z) = J_l(\alpha_0 r) \exp(i\varphi + ik + i\beta_0 z), \quad (2)$$

where $(x, y) = (r \cos \varphi, r \sin \varphi)$ and J_l denotes the l th order Bessel function of the first-kind. The intensity spot of the beam, $I = UU^*$, is independent of x, z and φ and has a symmetrical doughnut shape due to the destructive interference appearing on the axis for $l \neq 0$.

doughnut

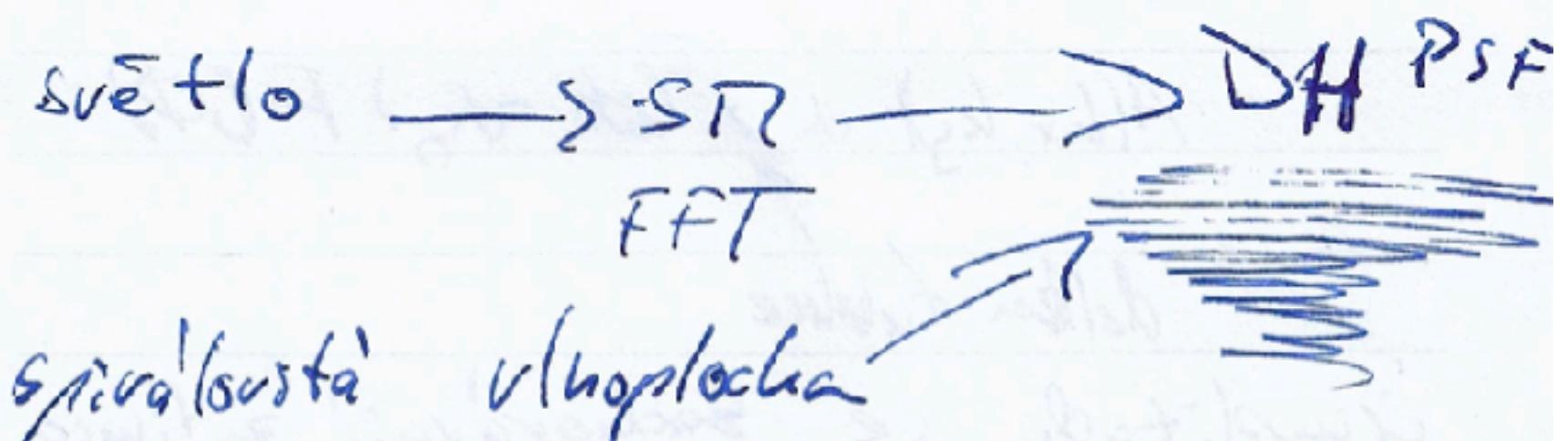
2.2. Principle of axial localization

$$(x, y) = (r \cos \varphi; r \sin \varphi)$$

↓ - besselova fóto (-fóto odda)

Kružní vln. interferences i.e. uva ose
(x, y) = (0; 0) kružná interrupcia pre
 $\ell \neq 0$

Normálne se zaznamenáva interakcia
or z uva vznikajúca modulacia
(základná rotacia) PSF Bessel beam



Vznikajúca vlna s top. vlnoplosťou
 ℓ ; a propagáciu konstanta β_0

DH PSF (zaznamenávanie)
geometricky dva Besselové módy a je zaznamenané
Tut. obrazec.

Mikroskop je jeden ze základních optických přístrojů, který slouží k pozorování malých objektů. Klasické mikroskopy byly standardizovaně navrhovány s tubusovou délkou 160 mm. Viz schéma na obrázku 1.1(a). Dnes však většina výrobců vyrábí mikroskopy s objektivy navrženými na nekonečnou tubusovou délku. V mikroskopu je vhodně umístěna tubusová čočka (TL - Tube Lens), která vytváří skutečný obraz pozorovaný okulárem. Viz obrázek 1.1(b). Tím přibývá možnost od sebe vzdálit objektiv a okulár (vzniká „nekonečný“ prostor, odtud označení *infinite systems*) a zde je místo pro vložení různých děličů svazků či dalších komponent. Díky této konstrukci jsou dnes mikroskopy modulárními systémy, které uživateli dovolí kombinovat různé pozorovací, mikromanipulační a spektroskopické metody, není obtížné k nim přidávat různé moduly a tím je měnit. Jednotliví výrobci používají tubusové čočky s různými ohniskovými vzdálenostmi, nejčastěji mezi 160 a 200 mm [1].

Rovnou napsat zdroj!!

Literatura

- [1] GOULETTE, Travis, Charles D. HOWARD a Michael W. DAVIDSON. Infinity Optical Systems. *MicroscopyU* [online]. Nikon Instruments, 2019 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.microscopyu.com/microscopy-basics/infinity-optical-systems>

3 citační styly

Jako první se začal otázkou dědičnosti zabývat Johan Gregor Mendel. Ten sepsal své poznatky v díle *Versuche über Pflanzen-Hybriden* ([Mendel](#)). Před publikací svého díla takéž přečetl Darwinovo dílo *O původu druhů* ([Darwin](#)).

Už v 19. století německý fyzik Ernst Abbe ukázal, že mikroskop nemusí rozlišit každé dva body. Schopnost mikroskopu rozlišit dva body vzdálené d je dána použitou vlnovou délkou λ a numerickou aperturou NA [1].

$$d = \frac{\lambda}{2NA}$$

Na konci 20. století ukázal Stephan Hell, že lze dosáhnout dokonce lepšího rozlišení [2].

Darwin, Charles. *O původu druhů*. London, 1859.

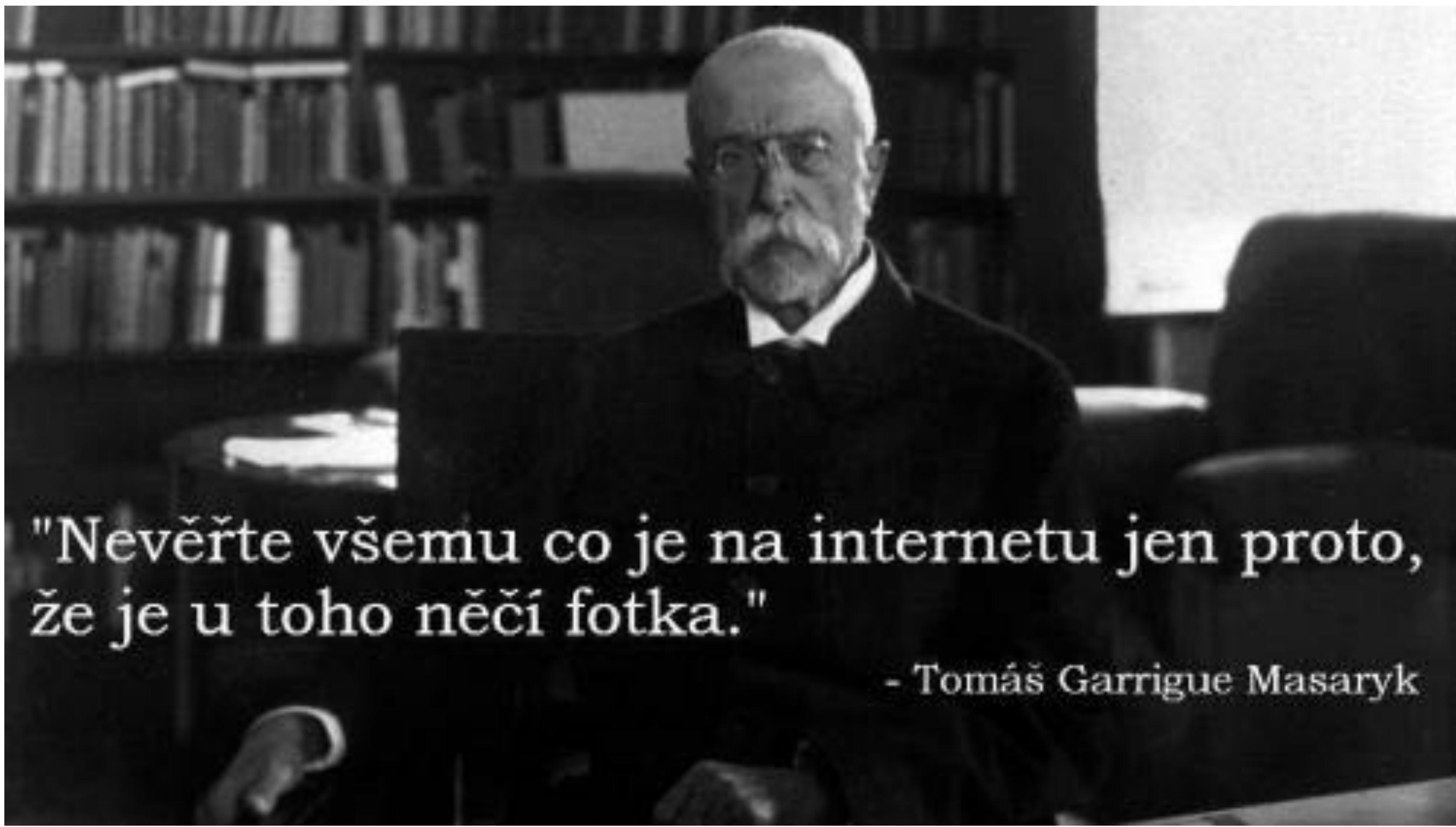
Mendel, Gregor. *Versuche über Pflanzen-Hybriden*. Im Verlage des Vereines, 1866, <https://doi.org/10.5962/bhl.title.61004>

[1] Abbe, E. Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung. *Archiv f. mikrosk. Anatomie* **9**, 413–468 (1873). <https://doi.org/10.1007/BF02956173>

[2] Hell, S. W, M Schrader a H. T. van der Voort. Far-field fluorescence microscopy with three-dimensional resolution in the 100-nm range. *Journal of microscopy* [online]. 1997, **187**(Pt 1), 1 [cit. 2020-09-07]. ISSN 0022-2720

O fotoelektrickém jevu se poprvé zmínil A. Einstein, kdy ukončil staletí trvající spor o to, zda je světlo vlna či částice¹.

¹EINSTEIN, Albert. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der Physik*. 1905, **322**(6), 132 - 148. DOI: <https://doi.org/10.1002/andp.19053220607>.



"Nevěřte všemu co je na internetu jen proto,
že je u toho něčí fotka."

- Tomáš Garrigue Masaryk

Můžu odevzdat seminární
nebo diplomovou práci bez
citování všech použitých
zdrojů?

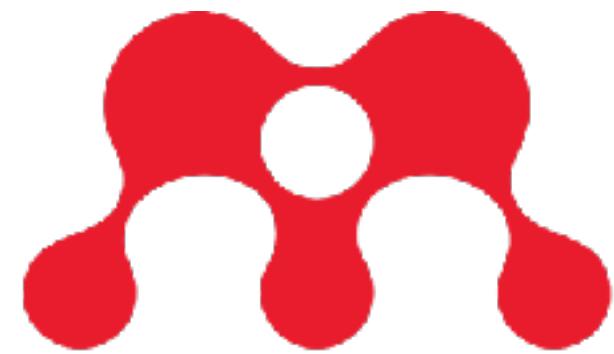
„Ne.“¹

1. SHAKESPEARE, William. Hamlet, princ dánský. Akt 3.,
scéna 1., řádek 96. Překlad Jiří Josek. Praha: Romeo,
2012. ISBN 978-80-86573-30-4.

ZKUŠ
CAMBRID
do kolekcí:
Social Scien
politologie, a
sociologie)
Humanities
English Langu
Medicine
Science and E

Zkušební
http://ebo

 citace PRO



Mendeley

zotero

Mějte pořádek ve zdrojích

Použijte šablony

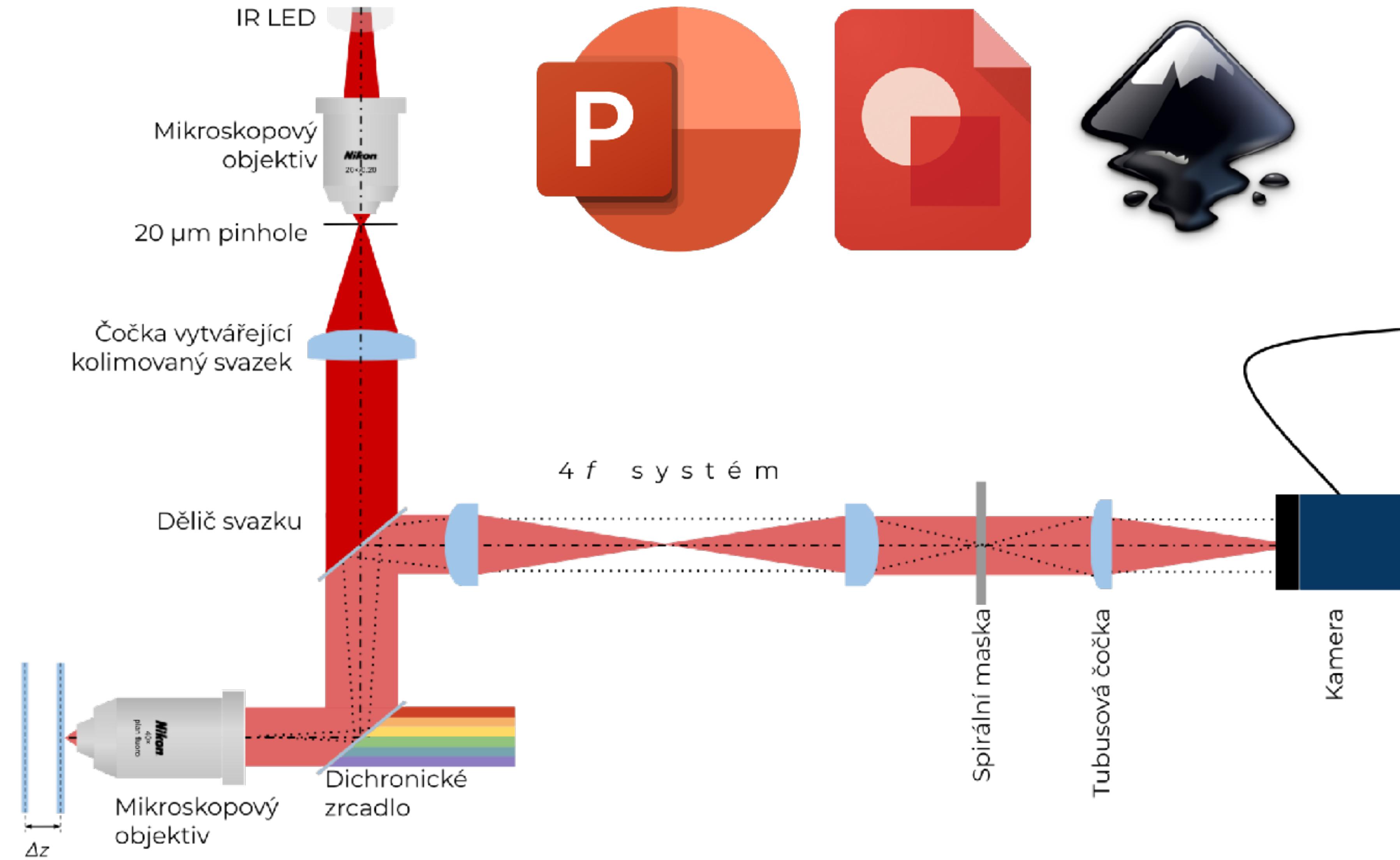
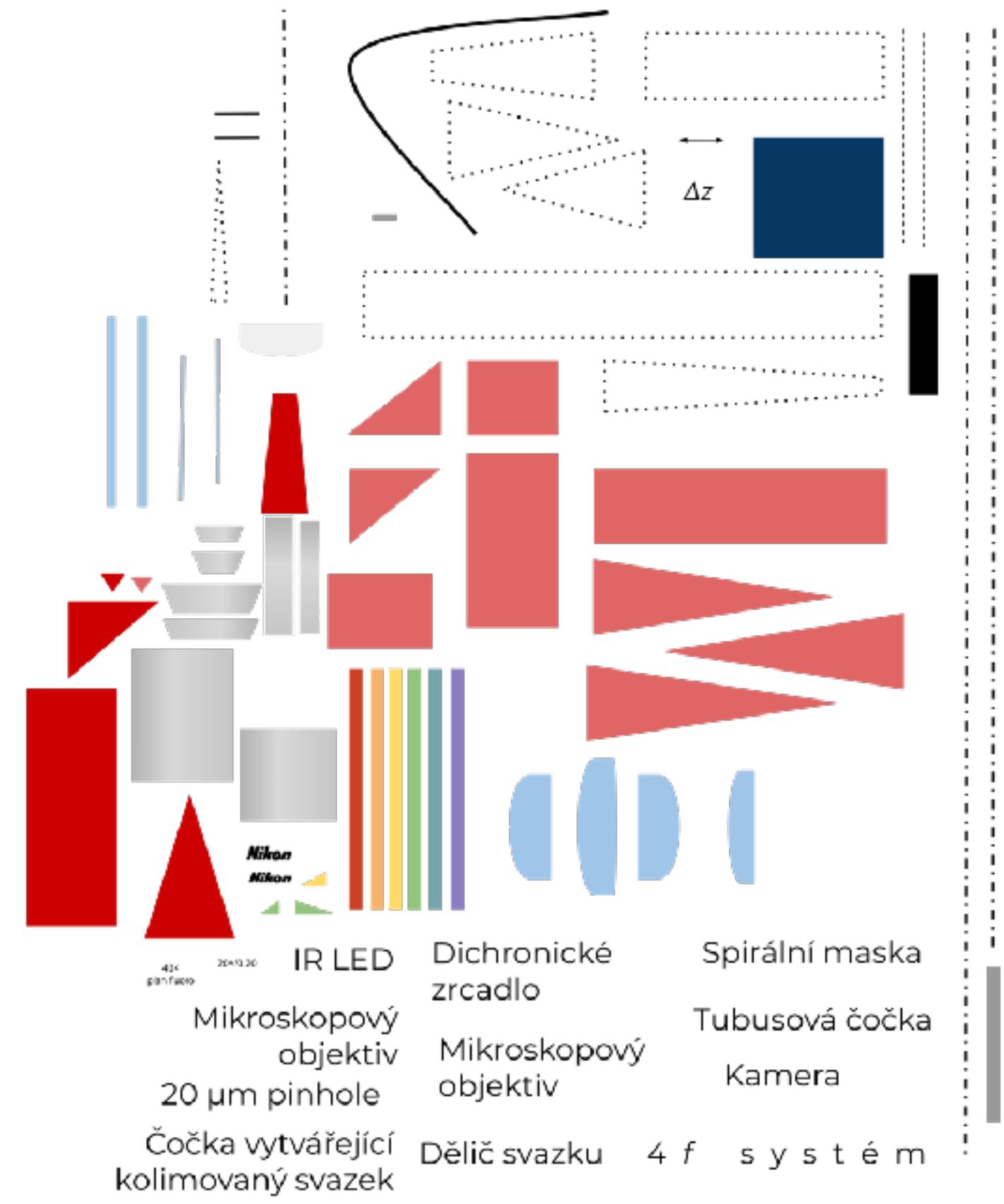
sočka
sočka_finální
sočka_finální_finální
sočka_finální_úpravy
sočka_finální_bez_chyb

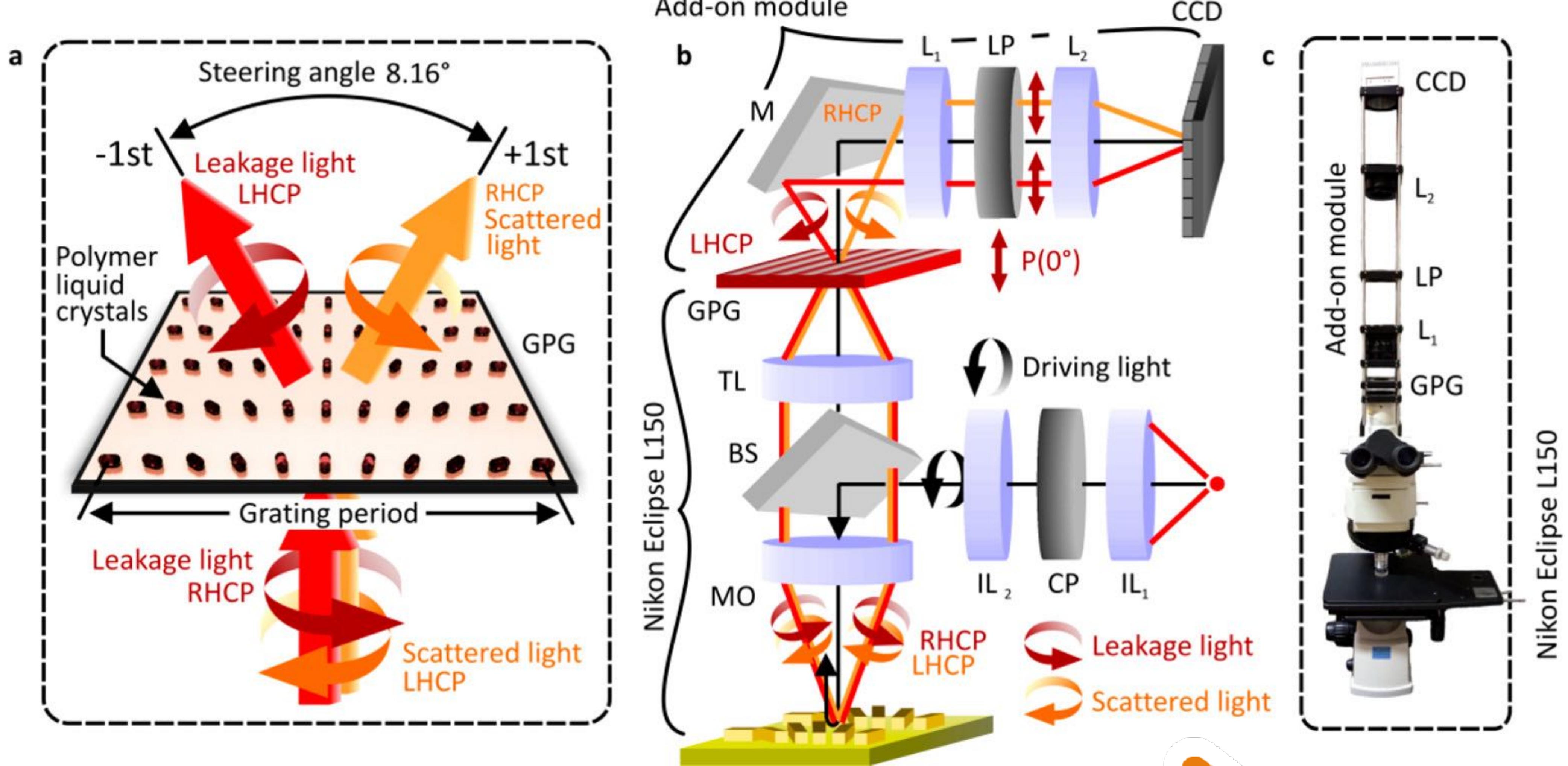


LA^TE_X
git

The text 'LA^TE_X' is in a large, bold, black serif font. Below it is the Git logo, which consists of a red diamond shape containing a white branching line icon, followed by the word 'git' in a large, dark brown sans-serif font.

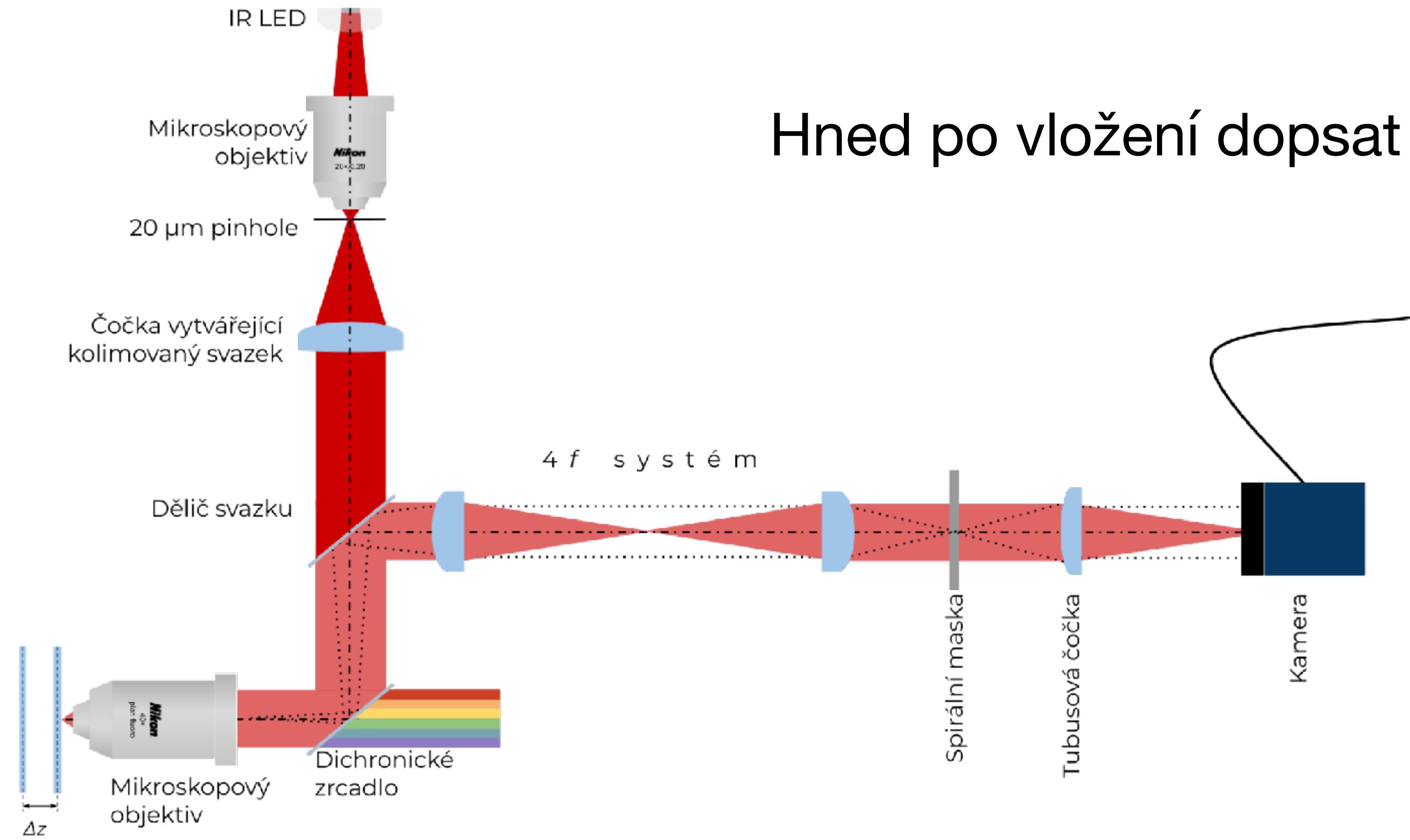
Obrázky





BOUCHAL, P. et. al / Nano Letters, 2019

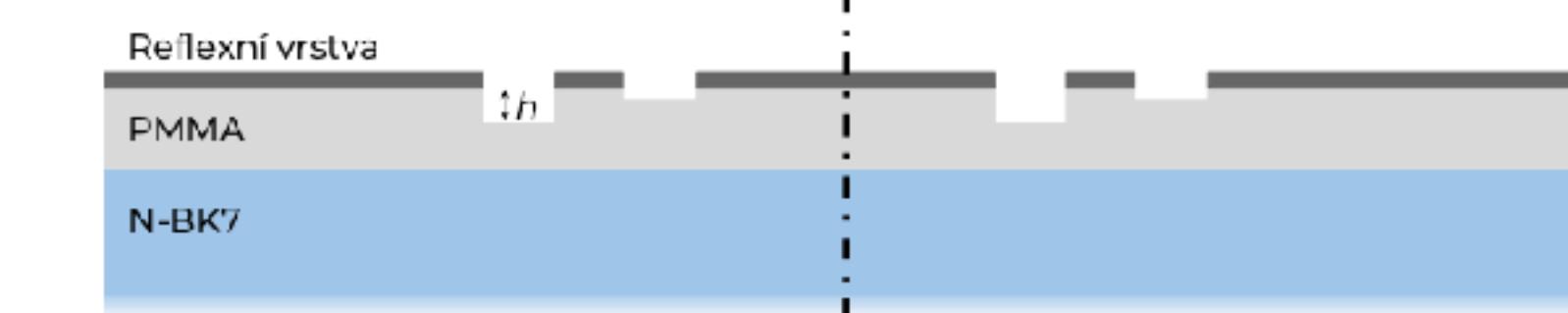
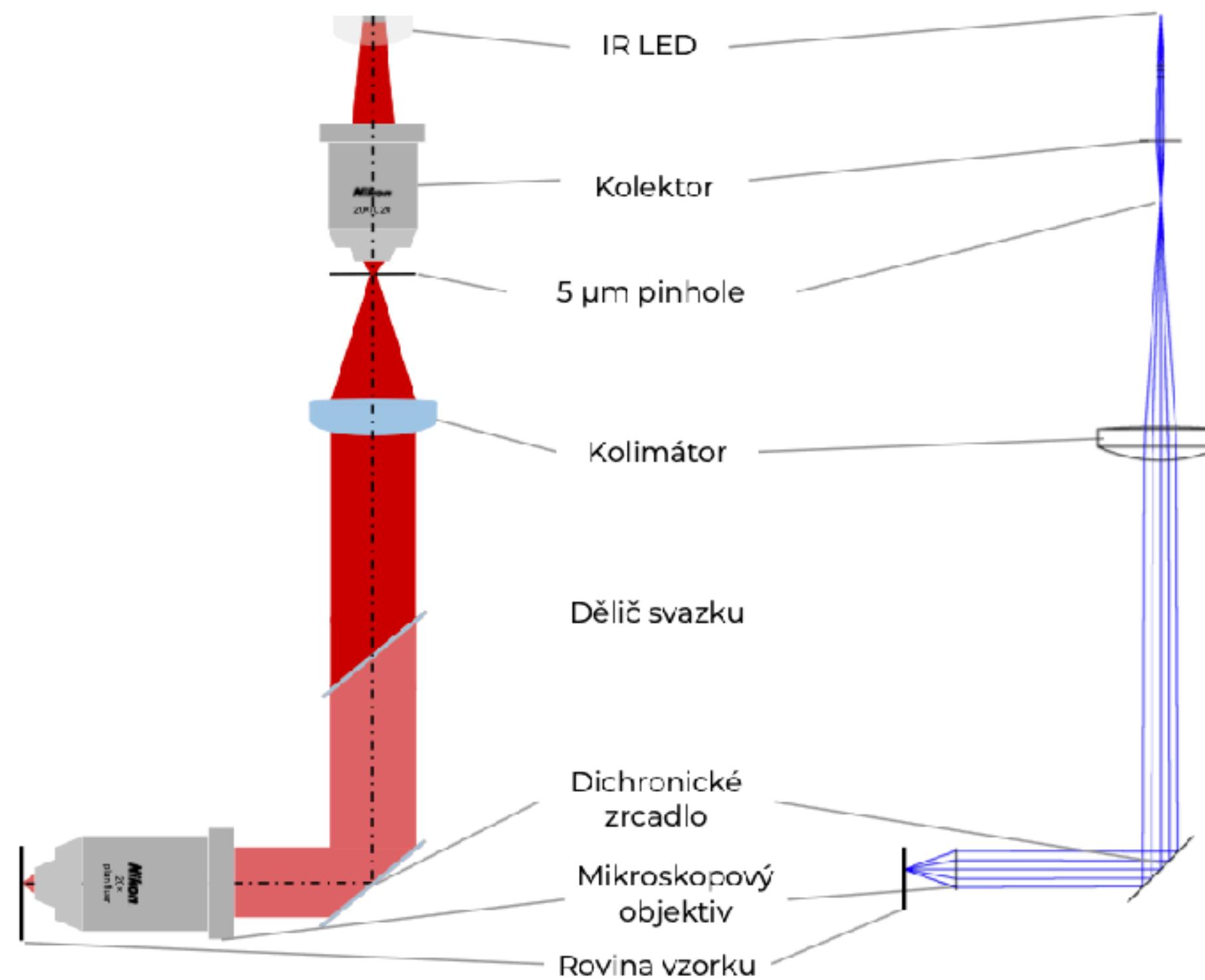




Hned po vložení dopsat popisek !!

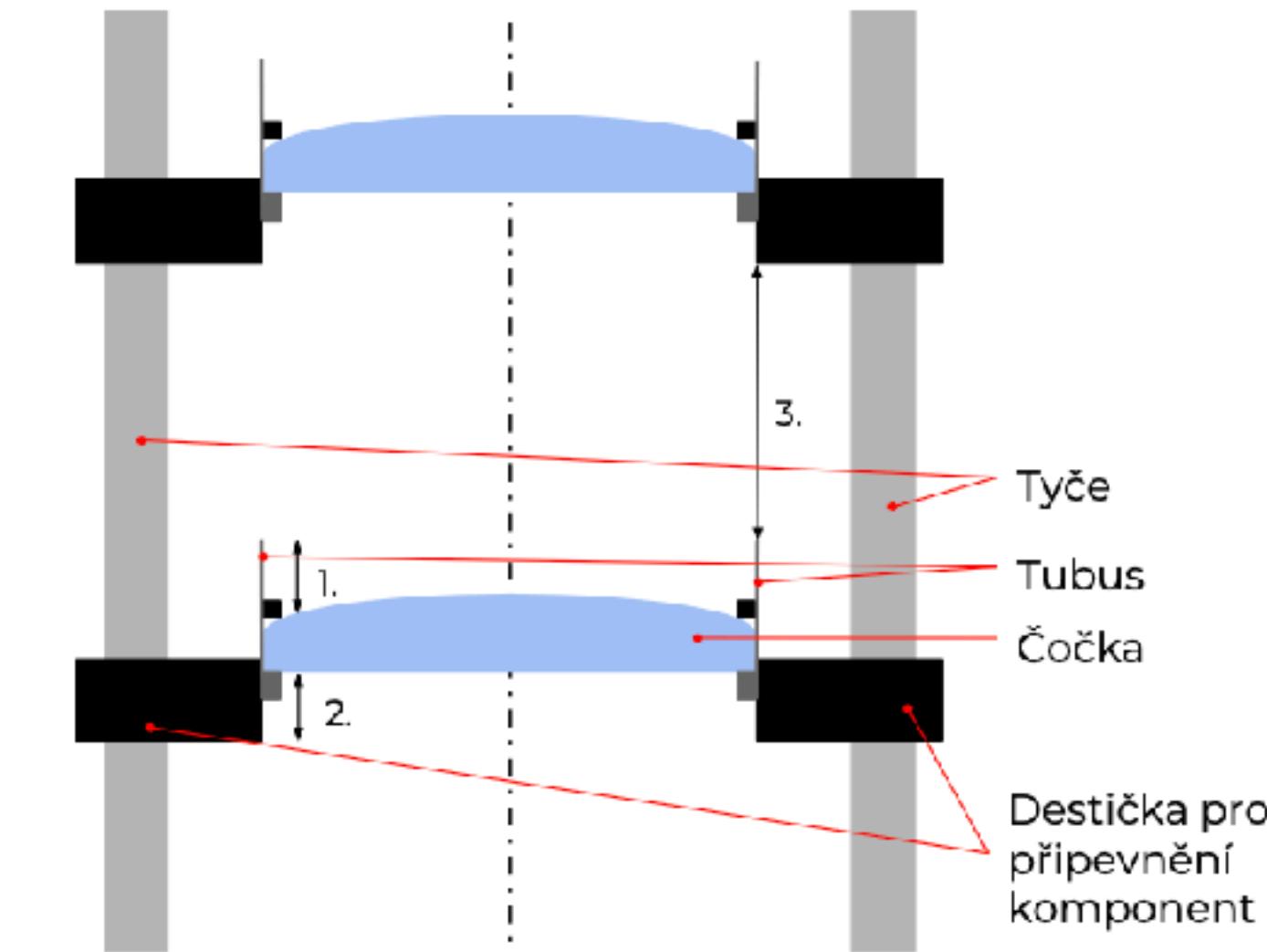
Obrázek 3.1: Infračervené záření z LED je mikroskopovým objektivem zobrazeno do 20 μm dírkové clony. Ta slouží jako pseudobodový zdroj světla. Best form čočka vytváří kolimovaný svazek, který je objektivem zobrazen na sklíčko, od kterého se odráží zpět do objektivu. Za ním je IR záření odděleno od zbytku světla pomocí dichronického zrcátka. Děličem svazku je pak odveden do zobrazovací části. V té je umístěn 4f systém se spirální maskou, která vytváří dva optické víry. Spirální maska je zároveň umístěna v ohniskové rovině tubusové čočky a na kameře vzniká DH PSF. Celá soustava využívá infračerveném záření o vlnové délce 850 nm.

Jednotnost obrázků



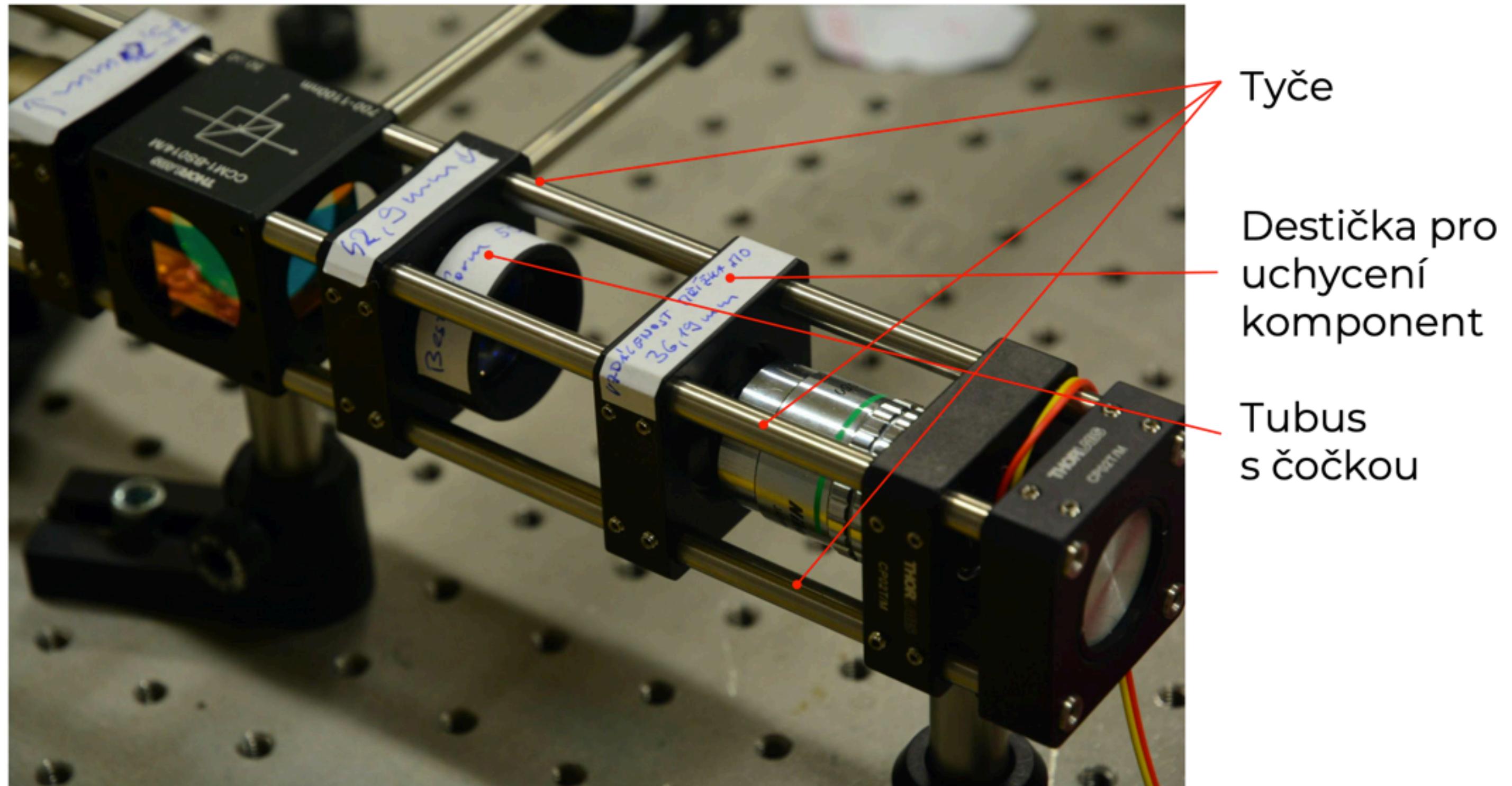
Obrázek 3.5: Řez maskou s jednotlivými vrstvami.

Hned po vložení dopsat popisek !!



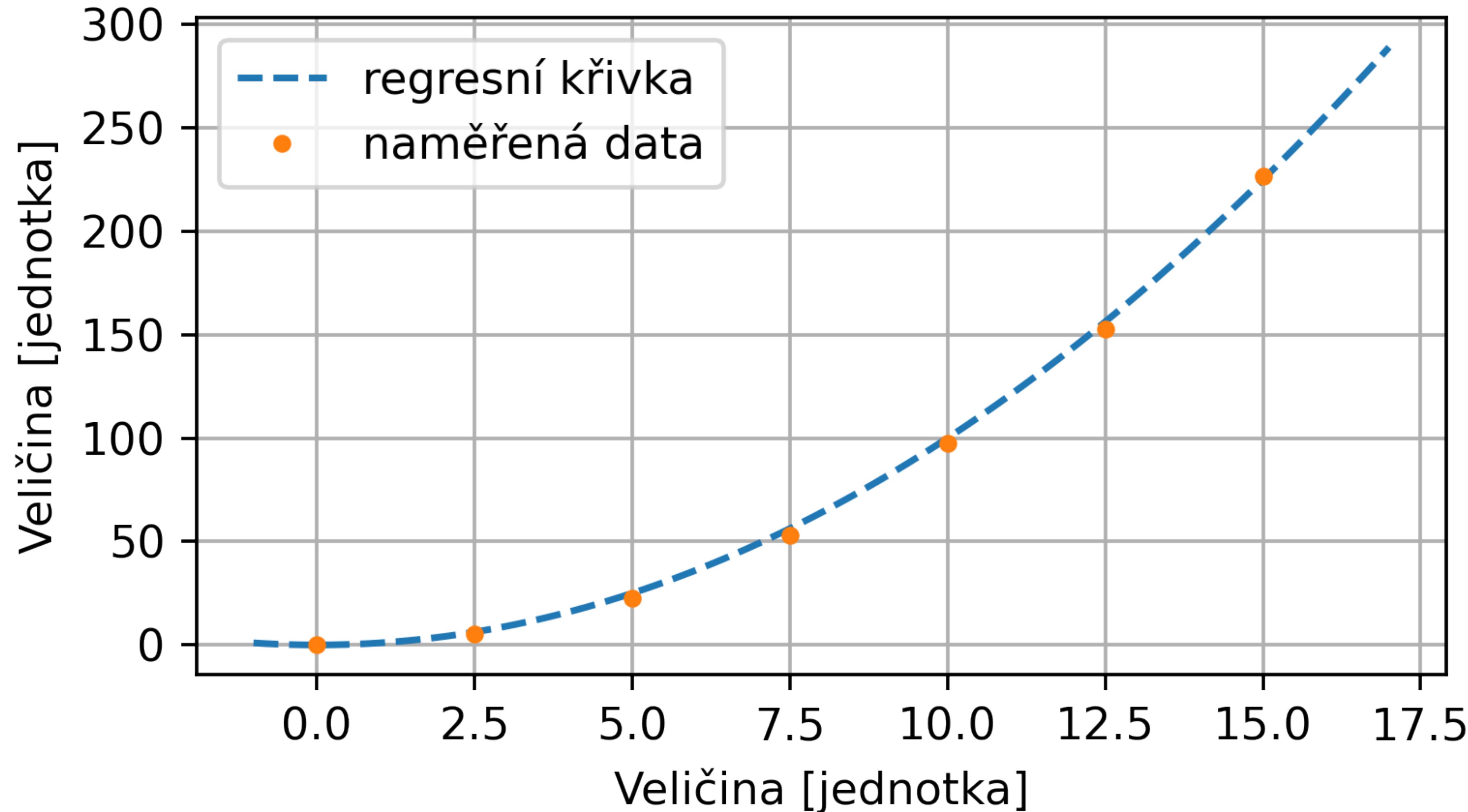
Obrázek 4.3: Postup při odměřování vzdáleností mezi jednotlivými čočkami.

Fotky



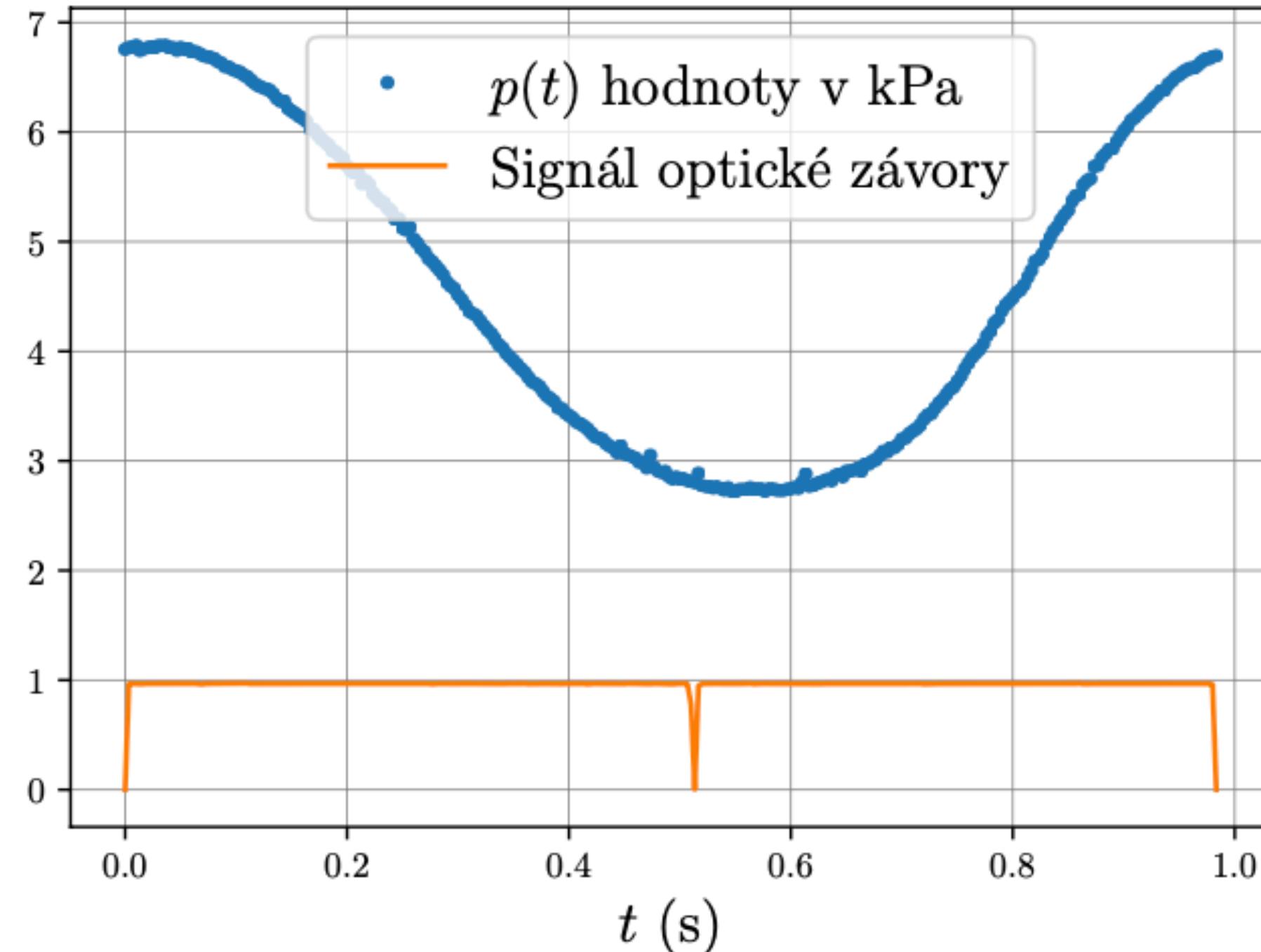
Obrázek 4.2: Cage systém. Destičky s komponentami jsou připevněny k tyčím cage systému díky 4 otvorům.

Grafy

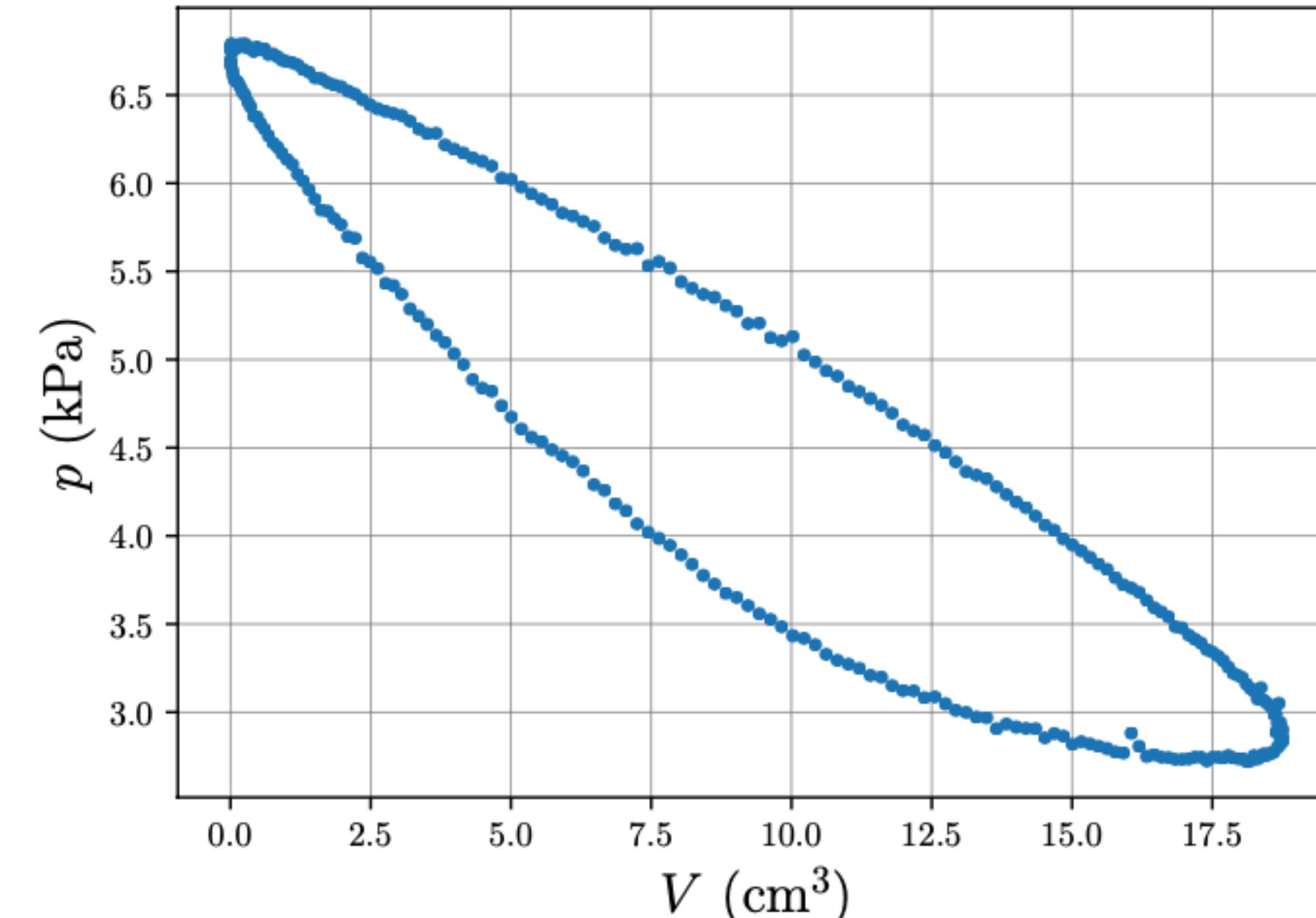


Popisek: Na grafu lze vidět výsledky prvního měření, kdy červená naměřená data byla proložena regresní křivkou.

Úplnost popisu



(a)

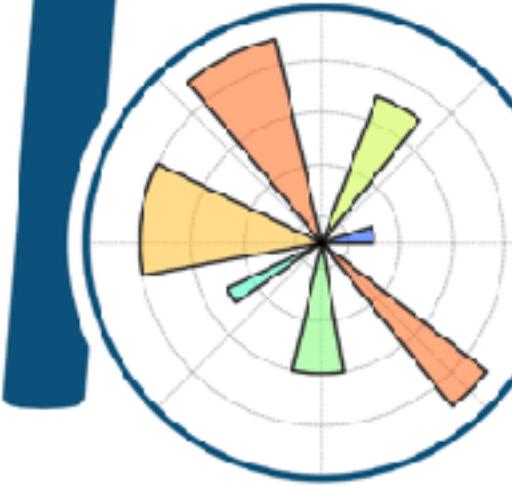


(b)

Obrázek 1: Výsledky měření. (a) Naměřená data tlaku a signálu z optické závory. (b) p - V diagram zrekonstruovaný z naměřených dat.

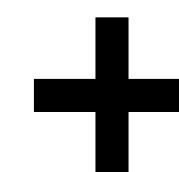


+ matplotlib



OriginLab®

julia



Makie

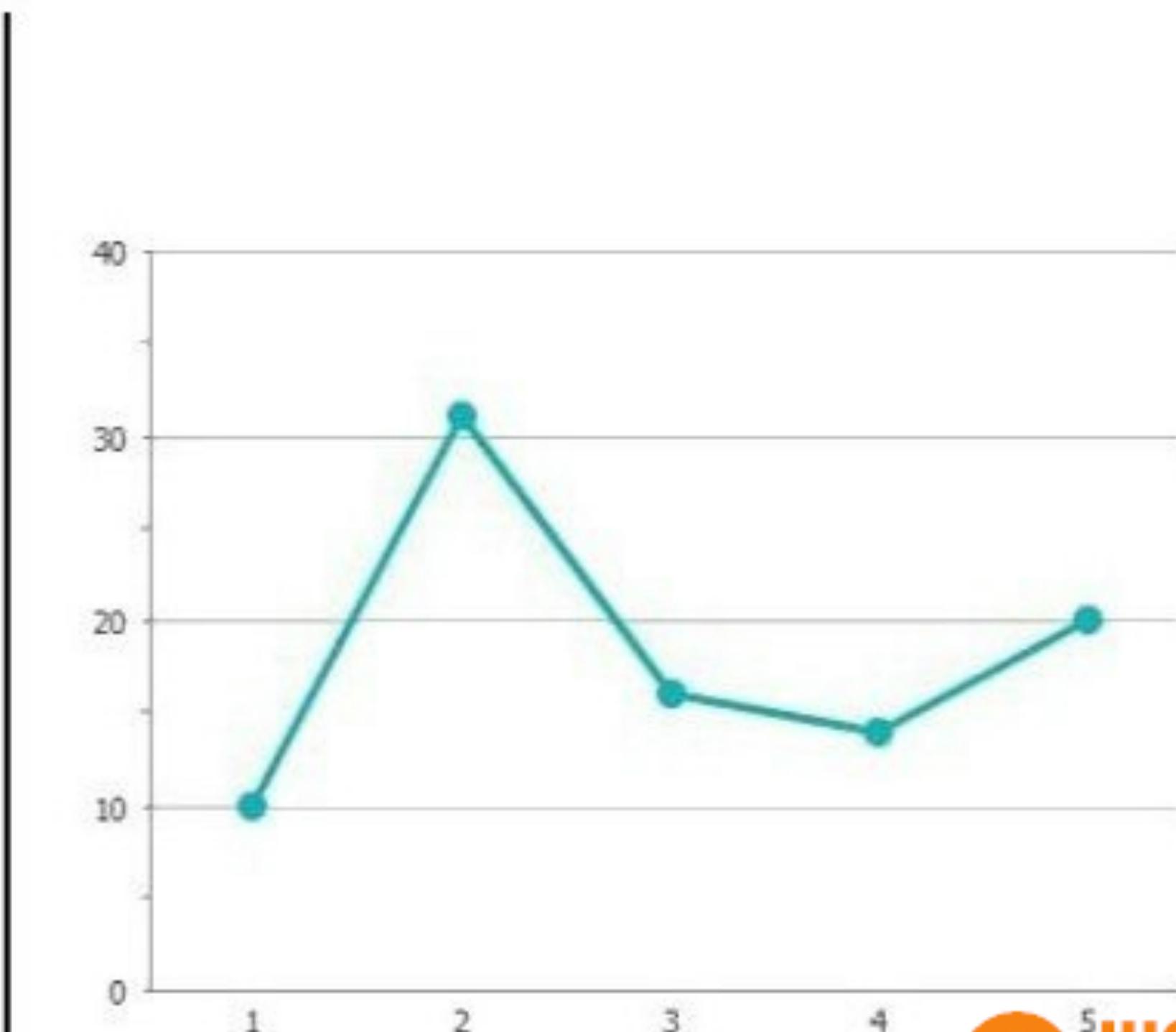
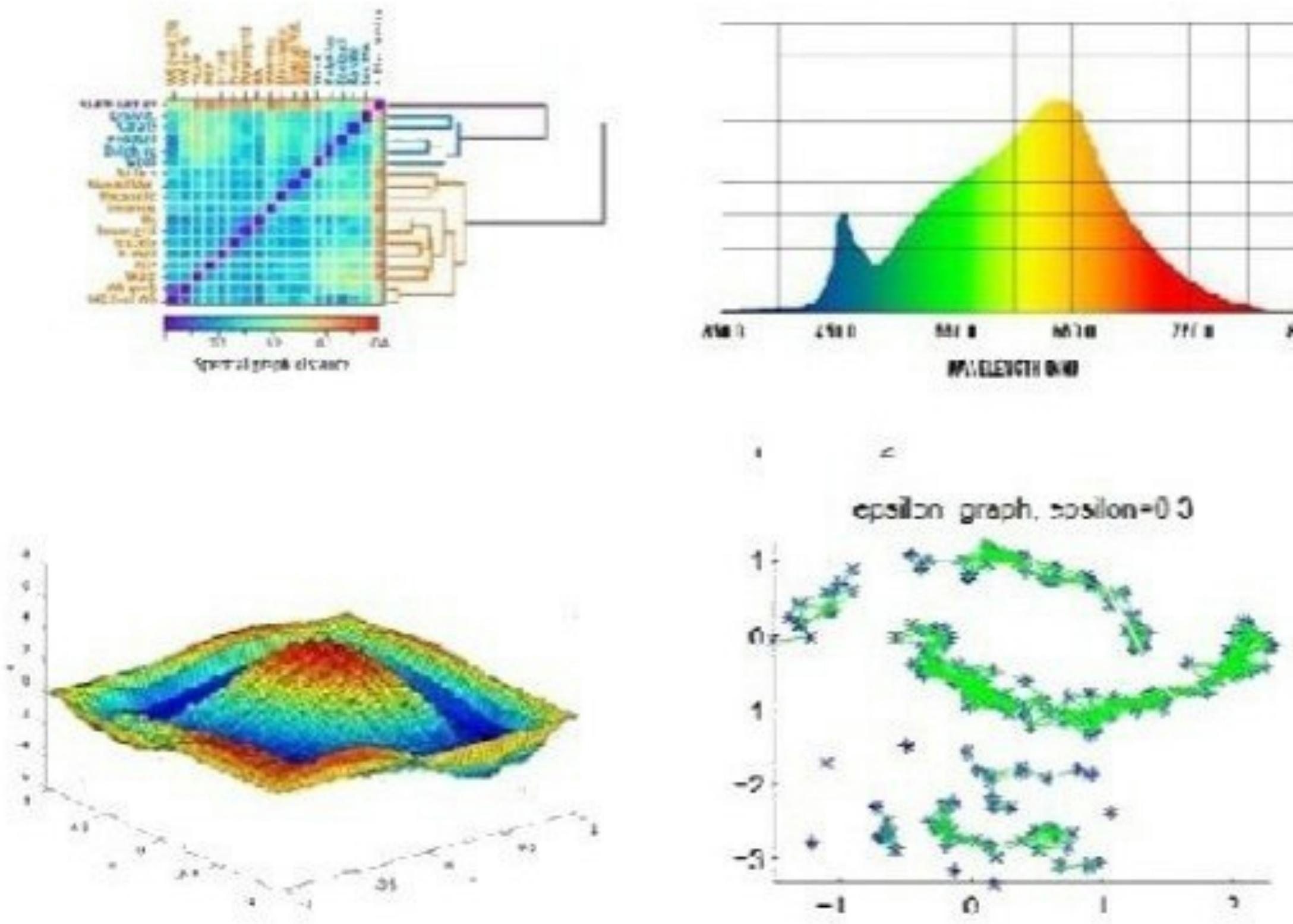
R



GNUPLOT



Results from lab mates Vs my results



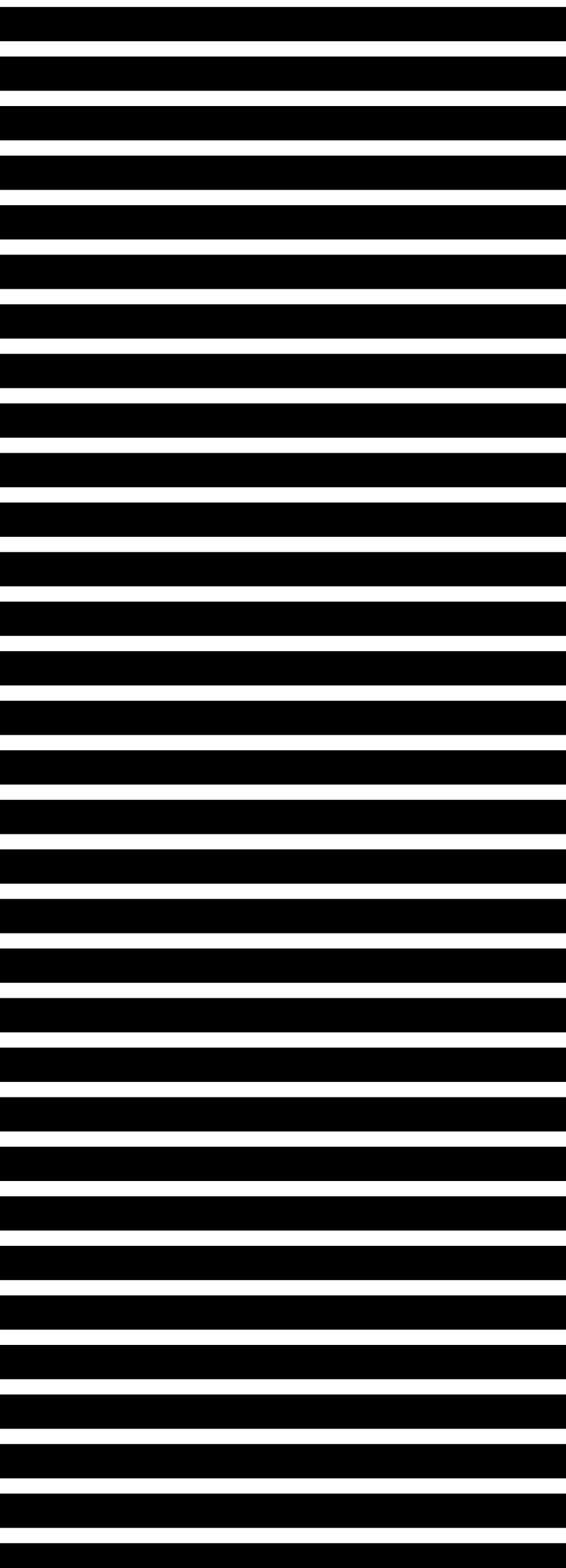
Pro kompletní data jsou dodatky

90 str.

Délka mé práce

obor od oboru
20–70 str.

10 str.



Jdeme finišovat

Vyladěný úvod a závěr

Pravopys

Nezůstala mi na konci řádku
jednoslovňá předložka?

Nechybí u popisků tečka?

Popsal jsem grafy úplně?

Nezůstal mi jeden řádek
na prázdné stránce?

Typografie a další formalizmy

Seřadil jsem správně
citace?

Jsou citace sepsány
jednotně?

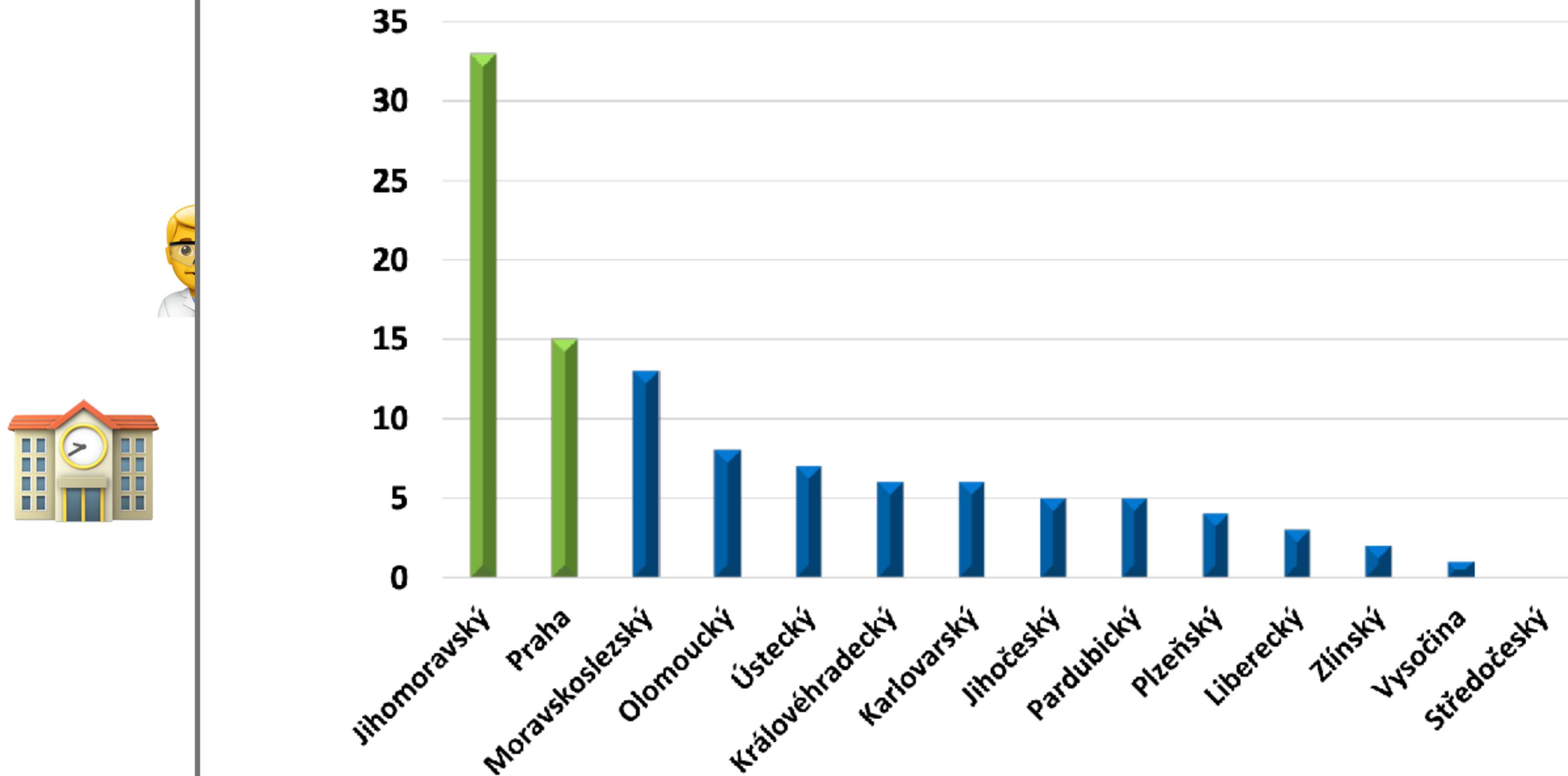
Mám mezi číslem a
jednotkou mezeru?

Používám jednoznačné
zkratky a značky?



Průběh soutěže

Úspěšnost podle krajů 2018



1. místo 3 body, 2. místo 2 body, 3. místo 1 bod

JMK: 7 vítězství, 15 medailí (medailová pozice v 13 oborech z 18)

Mezi koly je možnost práci upravit

Celostátní přehlídka





Cena Učené společnosti ČR



... a to je jenom začátek!



Co si z dneška odneseme

- mít dobrého školitele
- dělat to pro zábavu – mít z toho radost
- při psaní se držet jedné linky
- všechno zdrojovat!
- celý průběh psaní je cíl
- nesoustředit se jen na SOČku
- vhodně si rozvrhnout práci – osnova
- zkontrolovat po sobě chyby
- napsat práci zbytečně detailní

Co si z dneška odneseme

- dbát na přehlednost
- důležitost zdrojů

Zvládnete to 😊



Kdyby cokoliv

github.com/Kubiczek36/seminar_SNPTM



Kuba Dokulil



kubadokulil99@gmail.com



@kub36