

# Měření dílů

Strojové vidění a zpracování obrazu  
BI-SVZ

# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- **Zadání**

- Firma *Boháč a syn, s.r.o.* vyrábí diamanty v následujících provedeních s deklarovanými rozměry.

Typ diamantu	Velikost – min. (mm)	Velikost – max. (mm)
Stoletý diamant	1,0	2,49
Světelná hora	2,5	4,99
Oko modly	5,0	6,49
Růžový panter	6,5	6,89
Modrá naděje	6,9	9,99
Velká hvězda Afriky	10,0	20,0



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- **Zadání**

- Jakou mají **zvolit kameru**, aby byli schopni automatizovat proces **měření velikosti** a tím přiřadit správně diamantu název?



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- **Zadání**

- Jakou mají **zvolit kameru**, aby byli schopni automatizovat proces **měření velikosti** a tím přiřadit správně diamantu název?
- Dílčí otázky
  - Podle čeho hledat kameru?
  - Jaká je největší velikost diamantu?
  - Jaká je přesnost, se kterou se musí počítat?



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- Řešení
  - Podle čeho hledat kameru?
  - Jaká je největší velikost diamantu?
  - Jaká je přesnost, se kterou se musí počítat?



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- Řešení

- Podle čeho hledat kameru?
  - Rozlišení v pixelech ( $r$ )
- Jaká je největší velikost diamantu?
  - 20 mm ( $w$ )
- Jaká je přesnost, se kterou se musí počítat?
  - Nejmenší rozdíl
  - 0,01 mm ( $p$ )



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- Řešení

$$r = \frac{1,1 \cdot w}{p/2}$$



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- Řešení

$$r = \frac{1,1 \cdot w}{p/2}$$

- Proč?

- Aby se věc ideálně vešla do zorného pole, je vhodné mít 5 % přesah velikosti na obě strany (tedy 10 %).
- Přesnost je třeba vydělit takovým číslem, podle toho, jak dobře (na kolika pixelech) jsem schopen pomocí image processingu zařídit změnu kontrastu (bílá → černá).
  - Minimálně se použije 2 (jeden pixel bílý vs. jeden pixel černý).
  - Jednotky jsou pixely (px).
  - Čím vyšší číslo se zvolí tím vyšší nároky na systém.
  - Někdy nelze hranu rozpoznat na dvou pixelech (postupný gradient).



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

- Řešení

$$r = \frac{1,1 \cdot w}{p/2}$$

$$r = \frac{1,1 \cdot 20}{0,01/2}$$

$$r = \frac{22}{0,005} = \mathbf{4400 \text{ px}}$$



# Studie: Měření rozměrů

- Výběr kamery



Basler ace 2  
a2A5320-23umPRO

- 5320 x 3032
- 23 fps
- 1/1.1"
- 14,6 x 8,3 mm
- 37 450 Kč



Basler ace 2  
a2A4504-18umPRO

- 4504 x 4504
- 18 fps
- 1/1.1"
- 12,3 x 12,3 mm
- 47 670 Kč



Basler ace 2  
a2A5328-15umPRO

- 5328 x 4608
- 15 fps
- 1/1.2"
- 14,6 x 12,6 mm
- 57 650 Kč



# Studie: Měření rozměrů

- Výběr kamery

- Minimální rozlišení:

- 4400 px



Basler ace 2  
[a2A5320-23umPRO](#)

- 5320 x 3032
- 23 fps
- 1/1.1"
- 14,6 x 8,3 mm
- 37 450 Kč



Basler ace 2  
[a2A4504-18umPRO](#)

- 4504 x 4504
- 18 fps
- 1/1.1"
- 12,3 x 12,3 mm
- 47 670 Kč



Basler ace 2  
[a2A5328-15umPRO](#)

- 5328 x 4608
- 15 fps
- 1/1.2"
- 14,6 x 12,6 mm
- 57 650 Kč



# Studie: Měření rozměrů

- **Skutečné hodnoty**

- Rozlišení s touto kamerou:
  - ?
- Přesnost:
  - ?



Basler ace 2  
[a2A4504-18umPRO](#)

- 4504 x 4504
- 18 fps
- 1/1.1"
- 12,3 x 12,3 mm
- 47 670 Kč



# Studie: Měření rozměrů

- **Skutečné hodnoty**

- Rozlišení s touto kamerou:

- $\frac{22}{4504} = 0,0049 \text{ mm} \cdot \text{px}^{-1}$

- Přesnost:

- $0,0049 \cdot 2 = \mathbf{0,0098 \text{ mm}}$



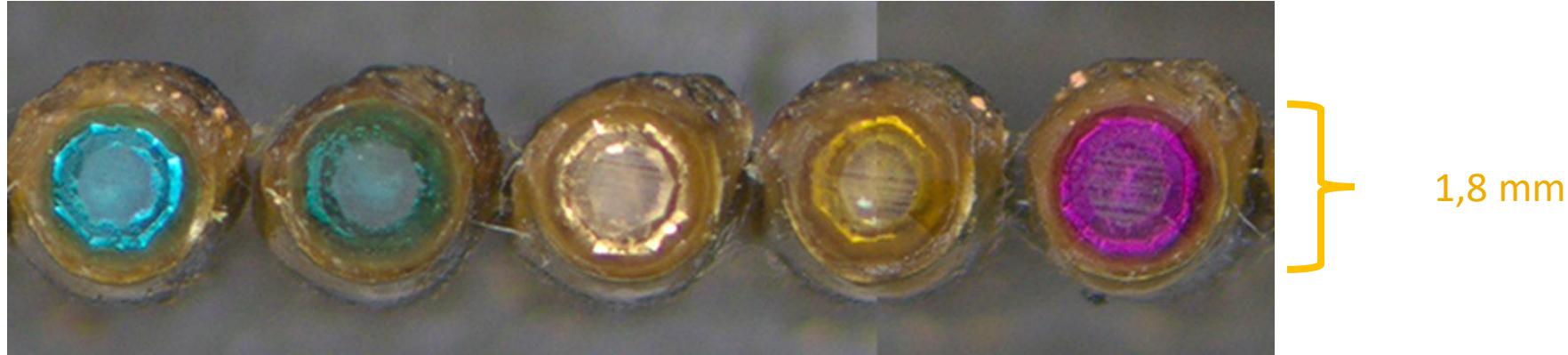
Basler ace 2  
[a2A4504-18umPRO](#)

- 4504 x 4504
- 18 fps
- 1/1.1"
- 12,3 x 12,3 mm
- 47 670 Kč



# Studie: Měření rozměrů – diamanty

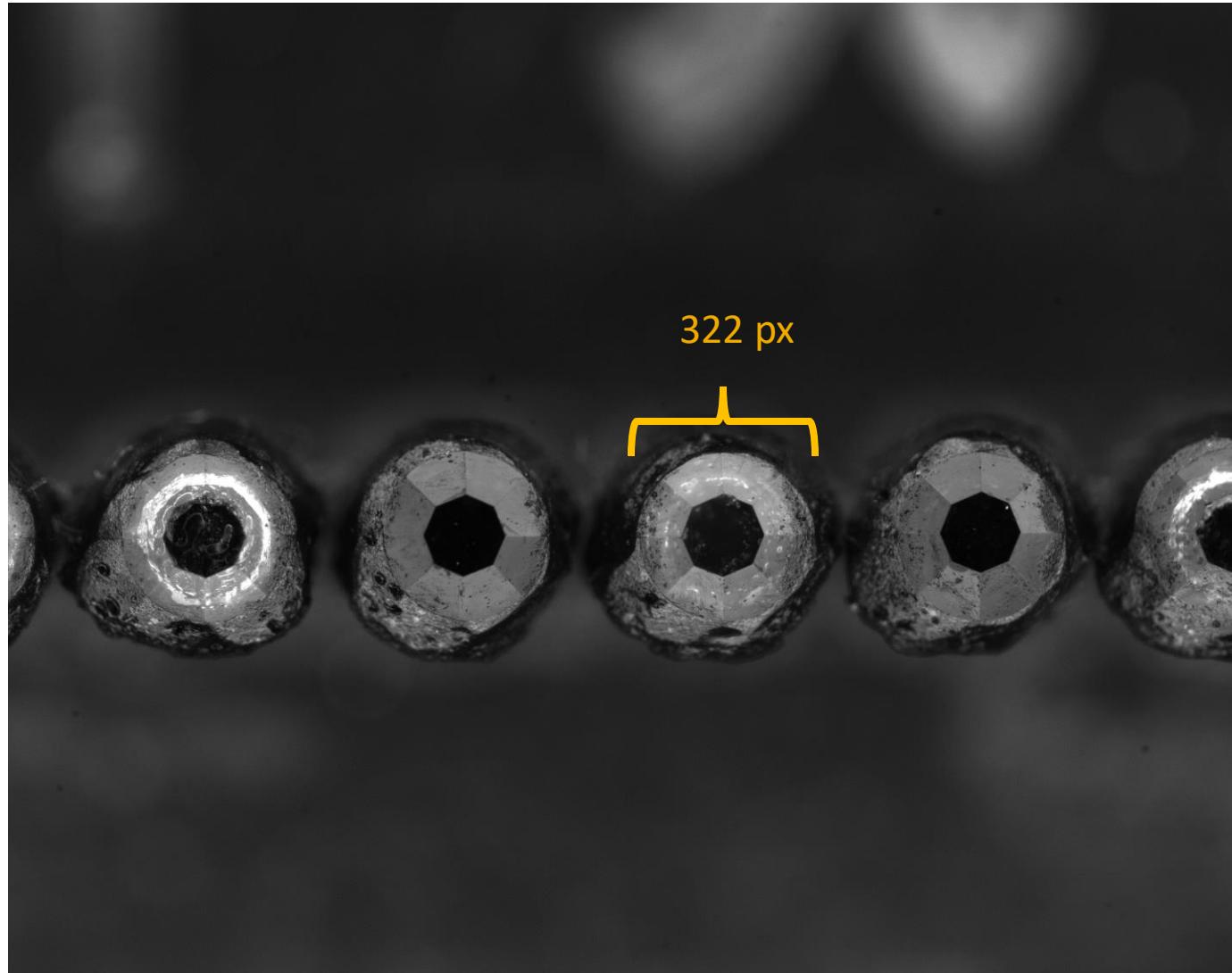
- Doplňující otázka
  - S jakou přesností jsme byli schopni změřit tyto diamanty?



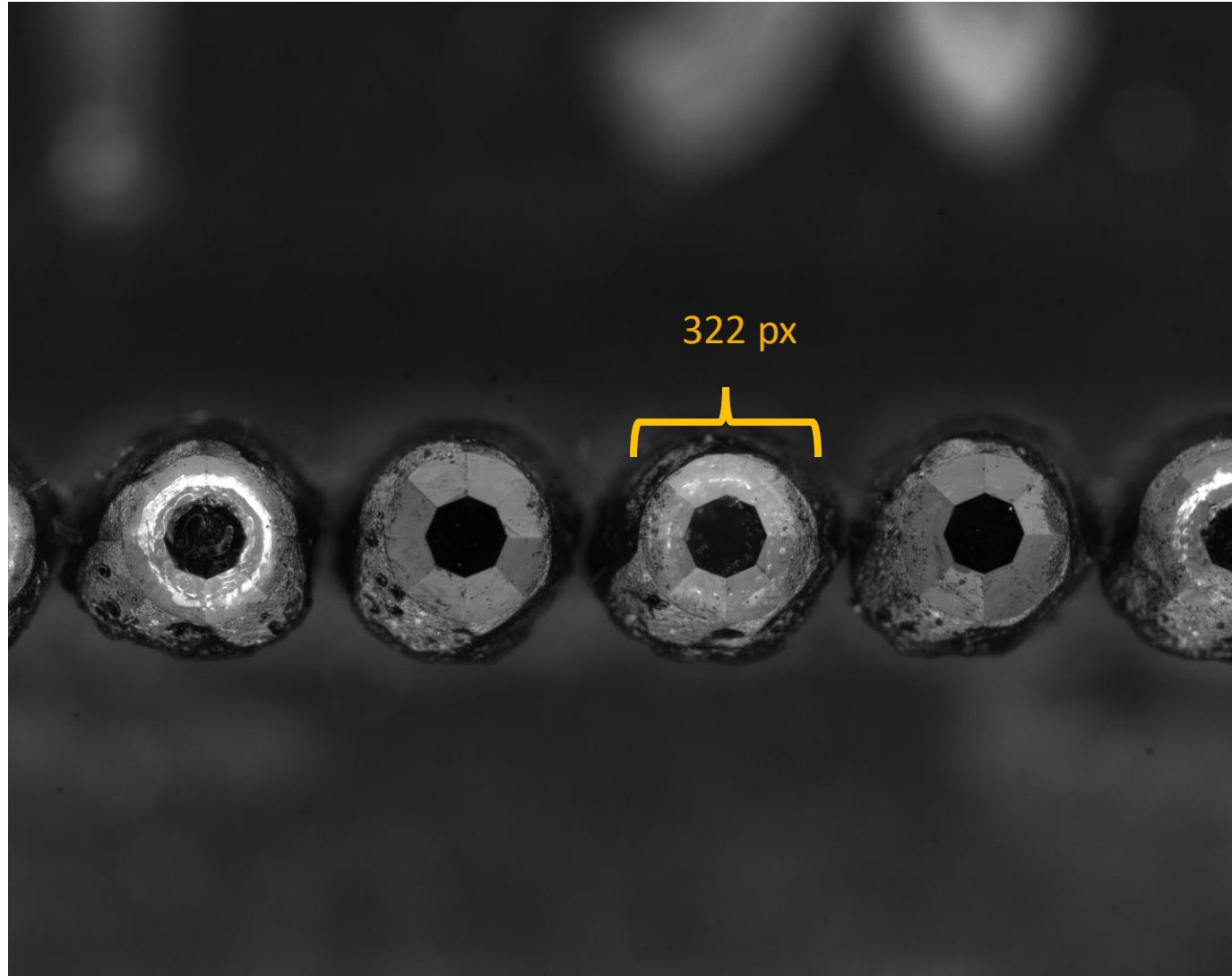
# Studie: Měření rozměrů – diamanty



# Studie: Měření rozměrů – diamanty



# Studie: Měření rozměrů – diamanty



- $\frac{w}{r} = p/2$
- $\frac{1,8}{322} = 0,0056 \text{ mm} \cdot \text{px}^{-1}$
- $0,0056 \cdot 2 = \mathbf{0,012 \text{ mm}}$

# Studie: Měření rozměrů – kostky

- **Zadání**

- Firma *Skoro boháč a syn, s.r.o.* vyrábí cinknuté hrací kostky do kasin.
- Hrací kostka má normálně rozměry  $10 \times 10 \times 10$  cm.
- Cinknutá hrací kostka má rozměry o cca 0,5 cm menší.
- Jakou mají **zvolit kameru**, aby byli schopni automatizovat proces **měření velikosti kostek?**



# Studie: Měření rozměrů – kostky

- Řešení

$$r = \frac{1,1 \cdot w}{p/2}$$

$$r = \frac{1,1 \cdot 100}{5/2}$$

$$r = \frac{110}{2,5} = 44 \text{ px}$$



# Studie: Detekce defektů – sklo

- **Zadání**

- Firma *Barevní skláři, a.s.* vyrábí desky z plochého skla o maximální velikosti 600 x 321 cm.
- Rádi by detekovali povrchové vady bublinek a kamínků o velikosti min. 0,3 mm.
- Jakou mají **zvolit kameru**, aby byli schopni automatizovat proces **detekce vad?**



# Studie: Detekce defektů – sklo

- Řešení

$$r = \frac{1,1 \cdot w}{p/2}$$

$$r = \frac{1,1 \cdot 6600}{0,3/2}$$

$$r = \frac{6600}{0,15} = \mathbf{44\ 000\ px}$$

