

Strojové vidění a fyzikální podstata

Strojové vidění a zpracování obrazu
BI-SVZ

Strojové vidění

- Průmyslové systémy
- Automatizace
- Zpracování obrazu
- Kamery a senzory



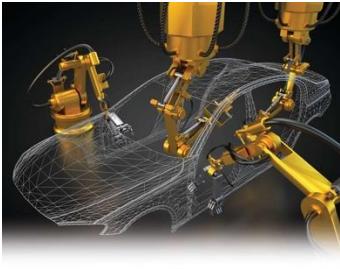
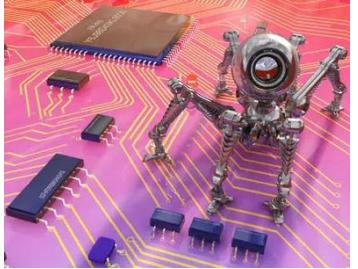
Strojové vidění – cíle

- Nahrazení subjektivního posouzení
- Vyšší úroveň automatizace
- Kontrola kvality
- Kompletační linky
- Bezpečnost osob
- Identifikace vozidel



Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



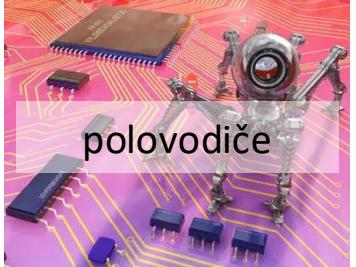
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



polovodiče



automotive



samoříditeLNá
auta



vjezdy



tisk a obaly



potraviny



kvalita silnic



řízení dopravy



léky



povrch



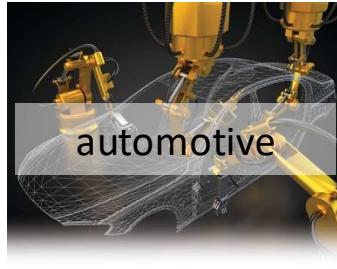
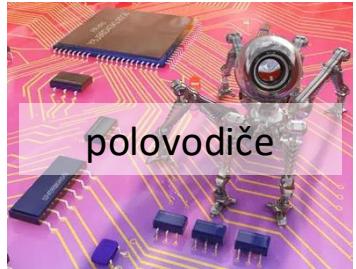
rychlosT



mýtné brány

Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



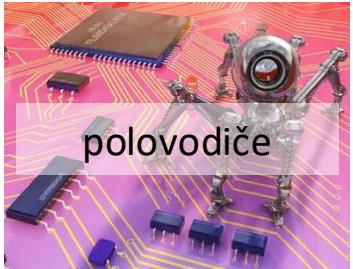
Doprava



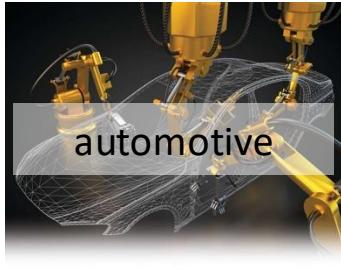
Bezpečnost

Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



polovodiče



automotive



samoříditeľná
auta



vjezdy



průzkum



drony



tisk a obaly



potraviny



kvalita silnic



řízení dopravy



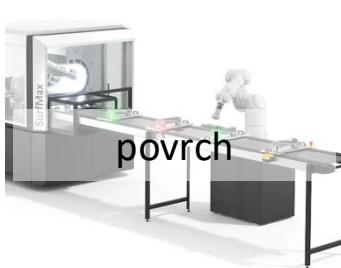
ostraha hranic



biometrie



léky



povrch



rychlosť



mýtné brány



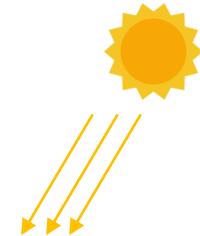
dohled



uvědomění
obyvatel

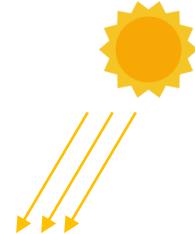
Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení



Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení



reálný obraz

Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení

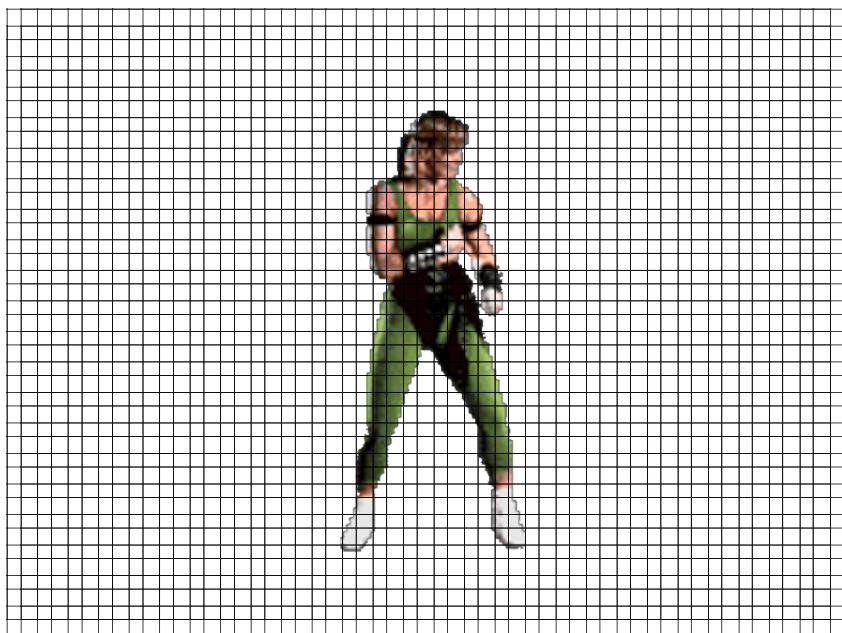


zobrazovací systém



reálný obraz

Vznik obrazu

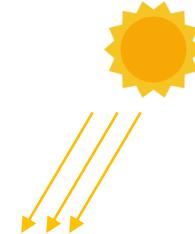


výstup / digitální obraz

zobrazovací systém

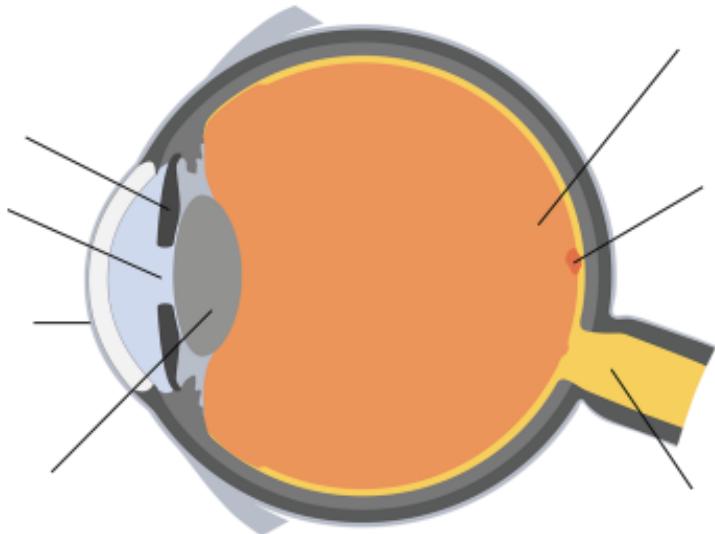


zdroj energie / osvětlení



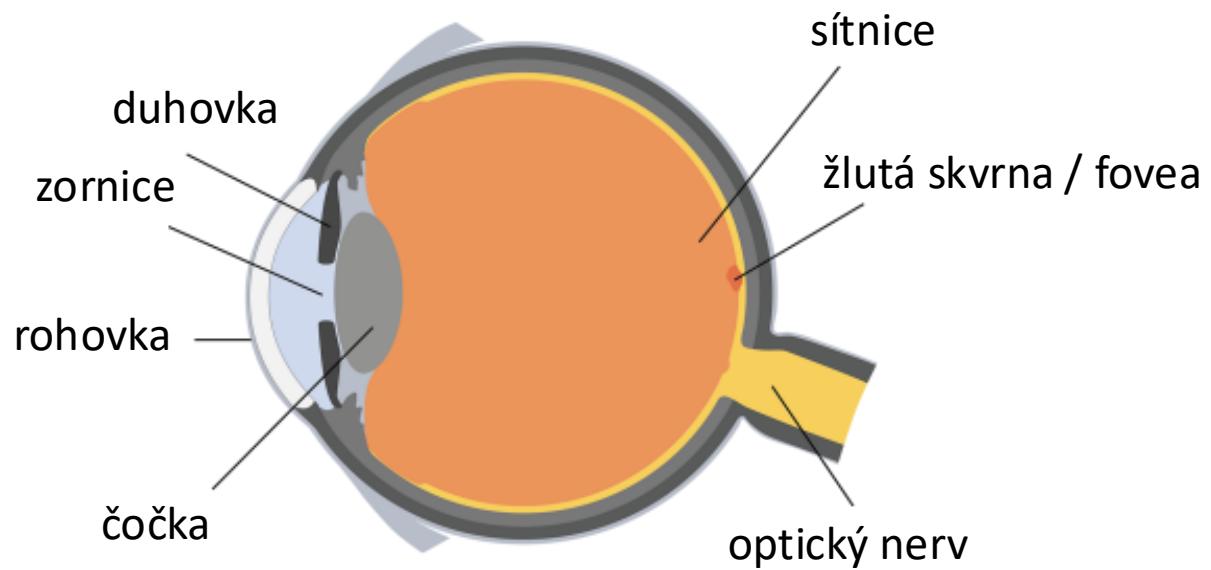
reálný obraz

Optická soustava – lidské oko



Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

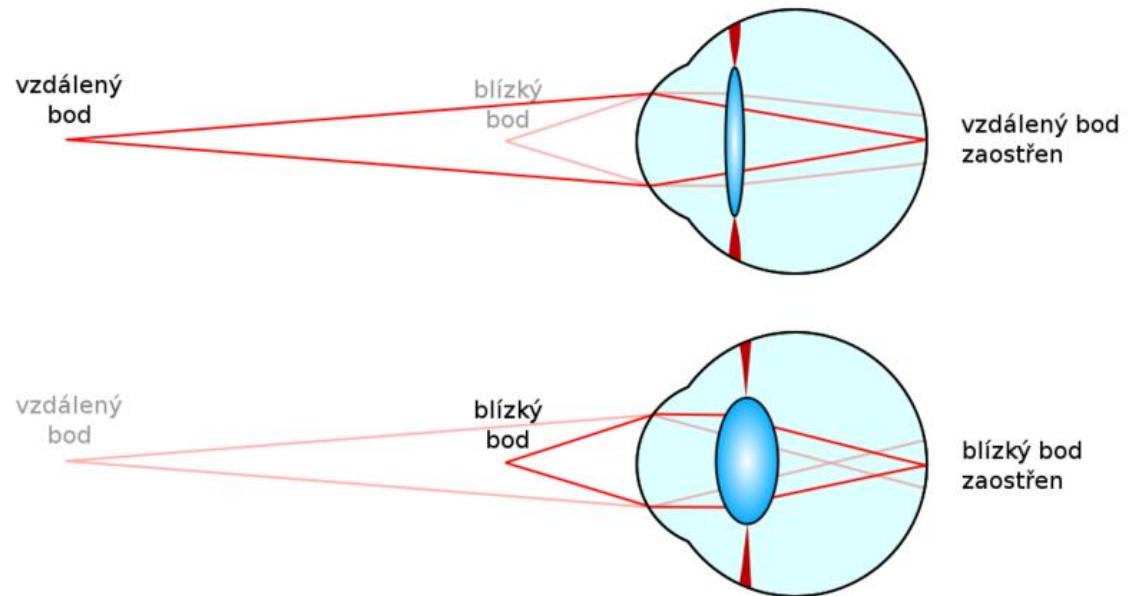
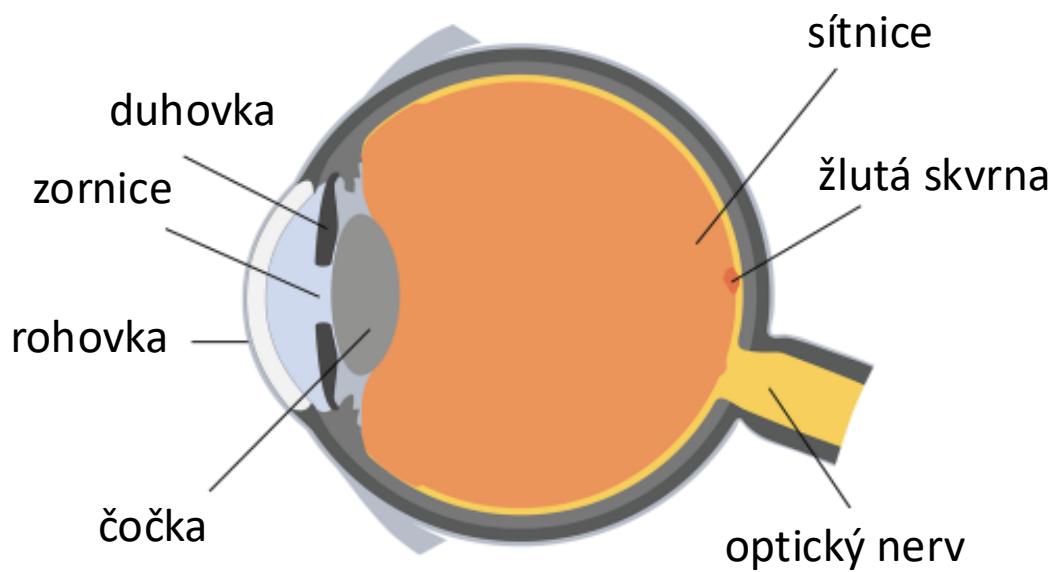
Optická soustava – lidské oko



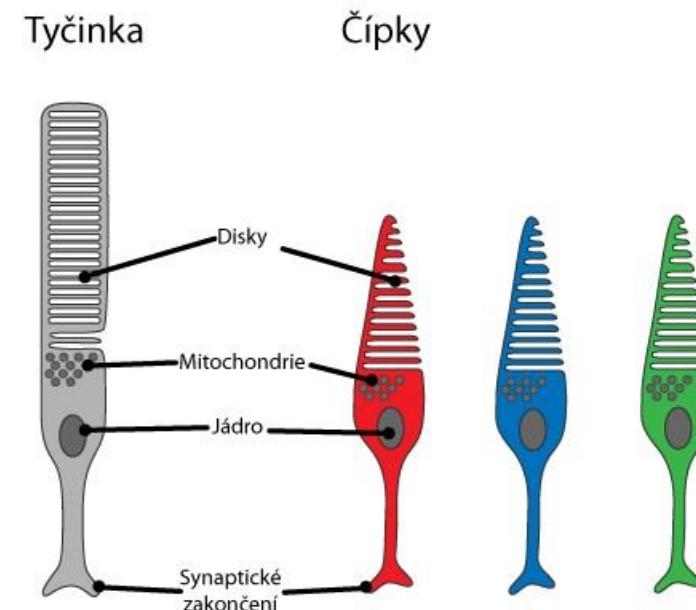
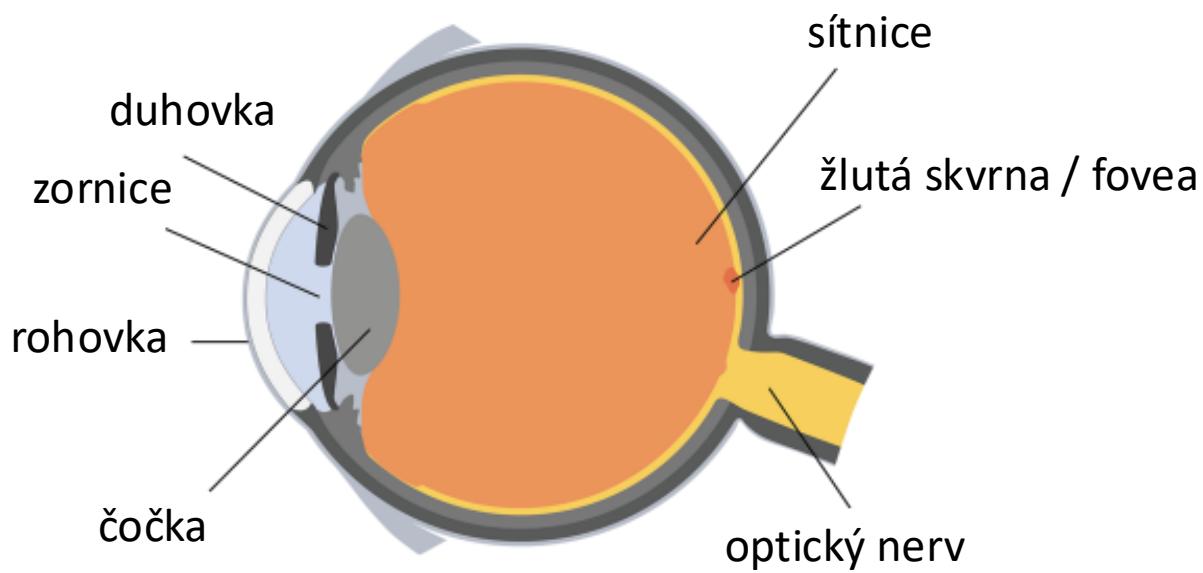
slepá skvrna ?

Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

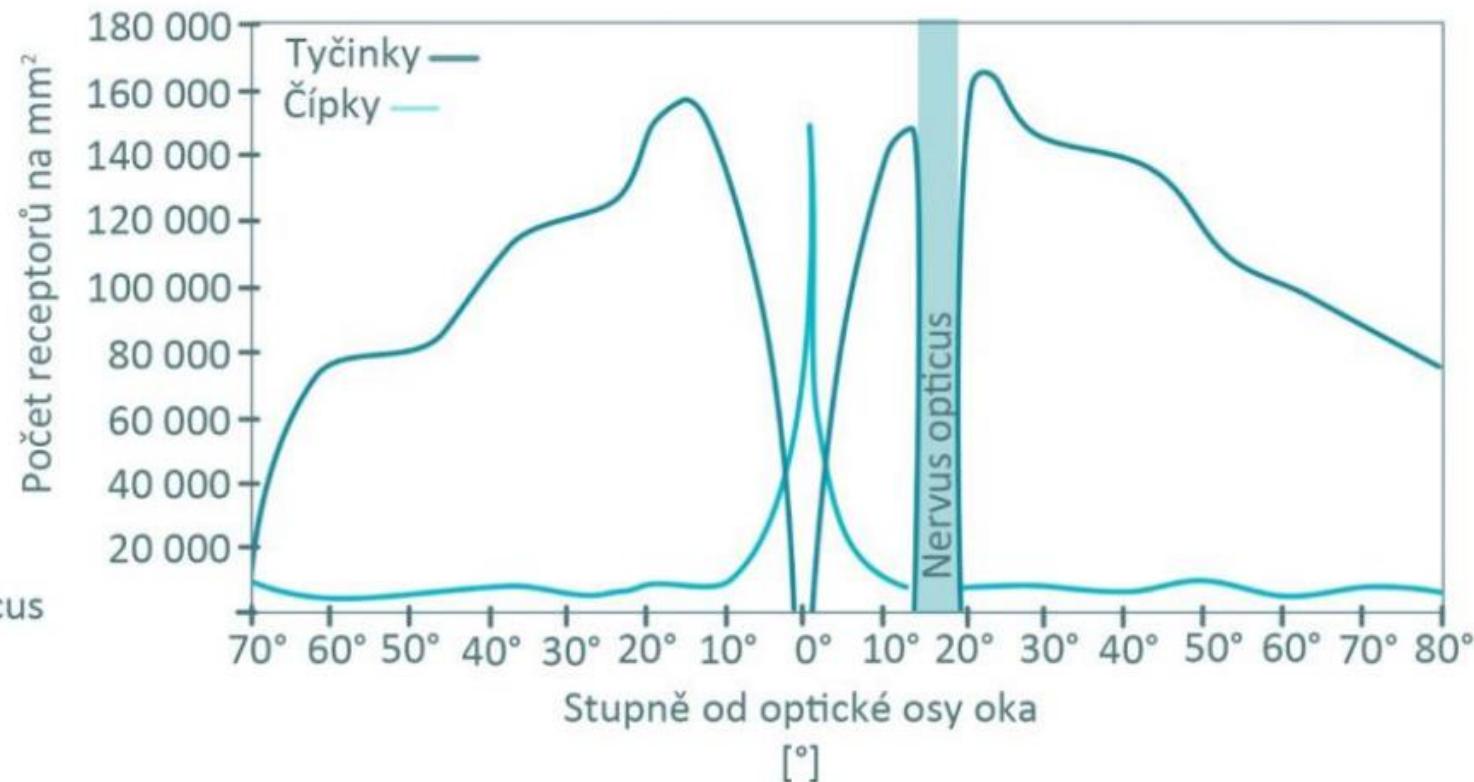
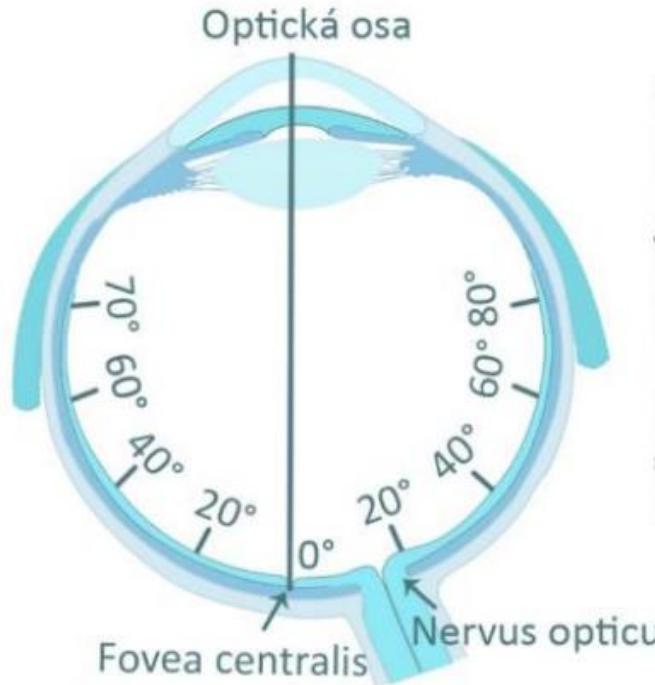
Optická soustava – ostření



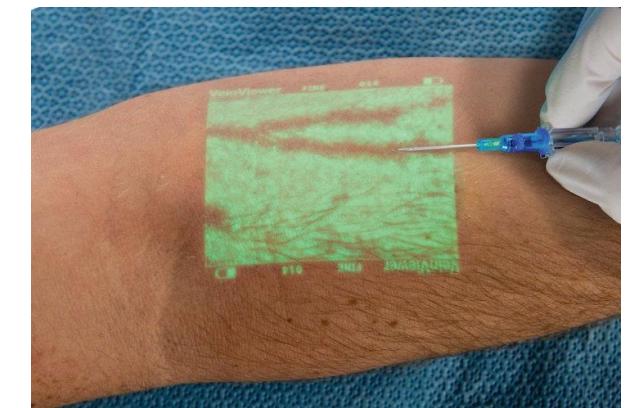
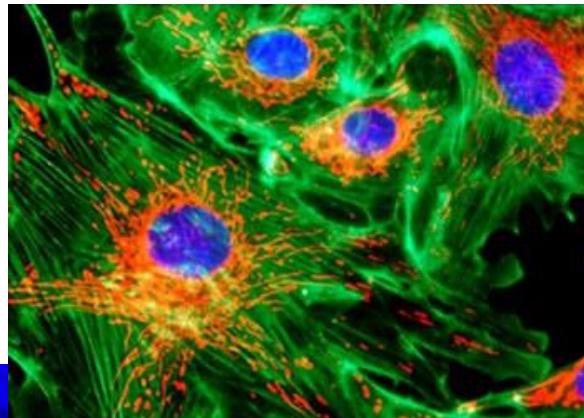
Optická soustava – senzory



Optická soustava – senzory

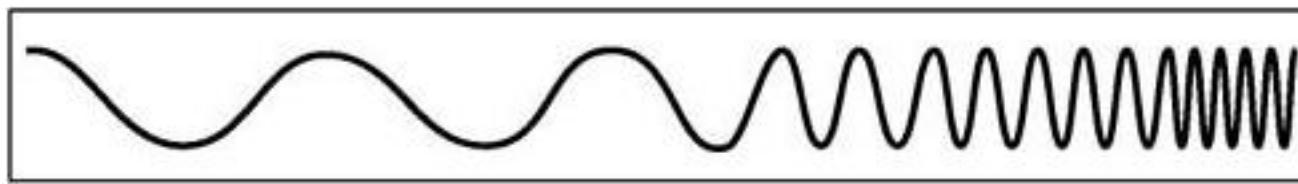
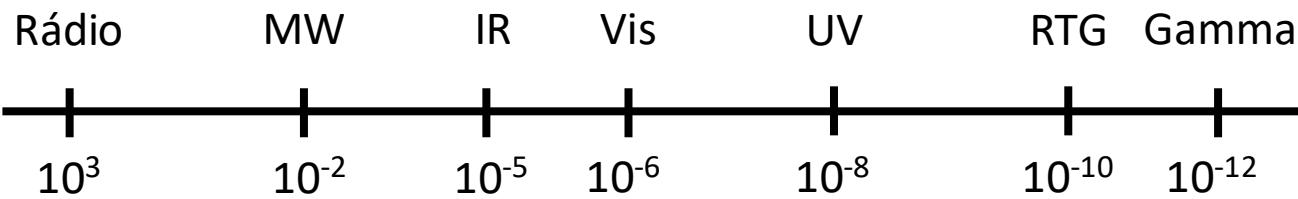


Elektromagnetické spektrum

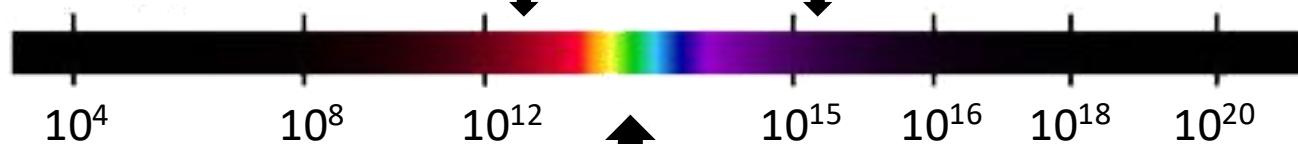


Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)



Frekvence (Hz)



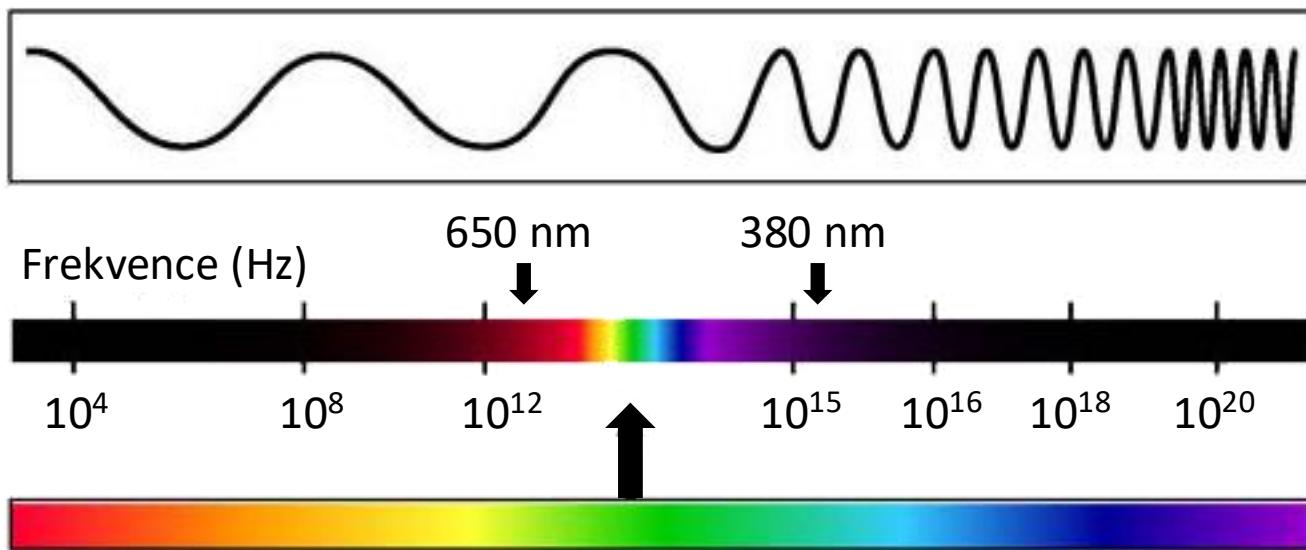
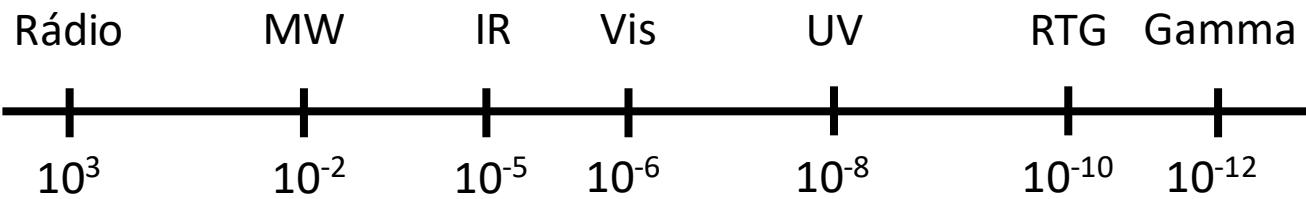
650 nm

380 nm



Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)



$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \lambda = c \cdot T$$

λ ... vlnová délka

c ... rychlosť svetla

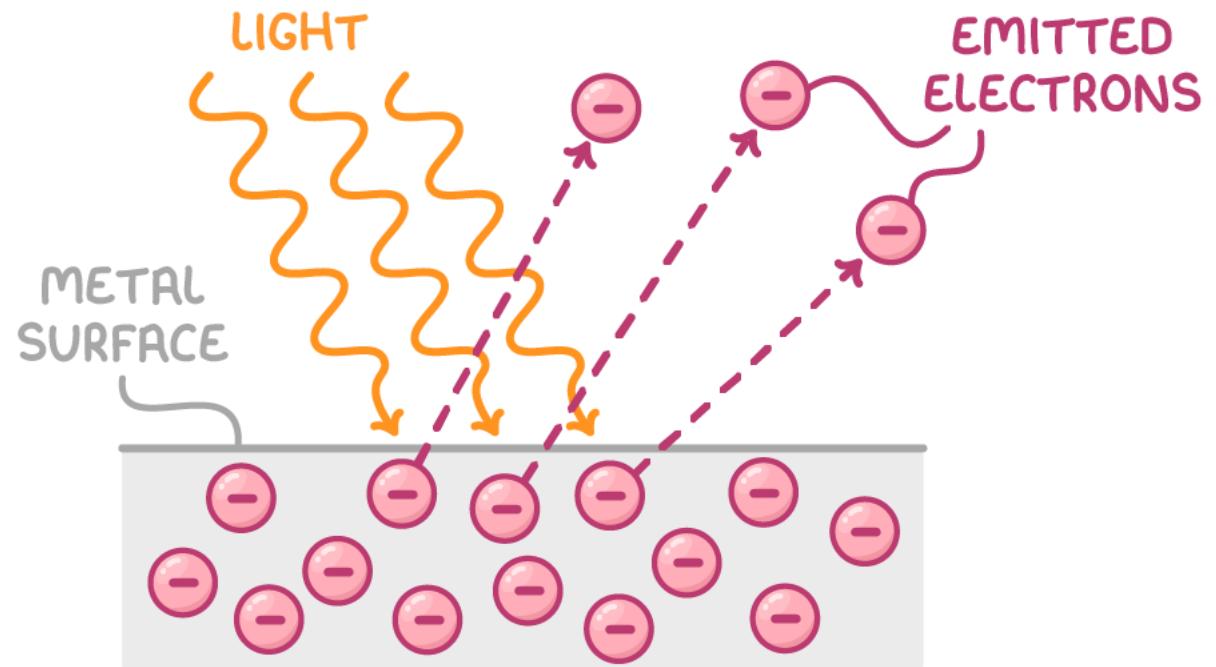
f ... frekvencia vlnení

T ... perioda vlnení

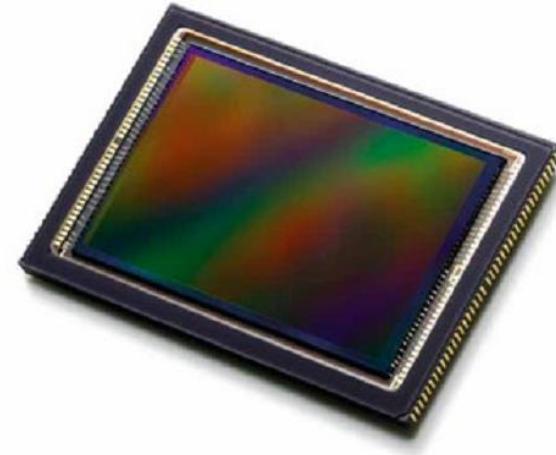
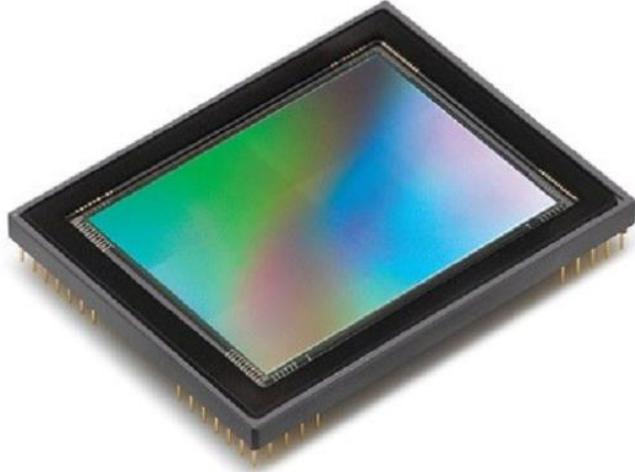
$$c = 300\ 000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Fotoelektrický jev

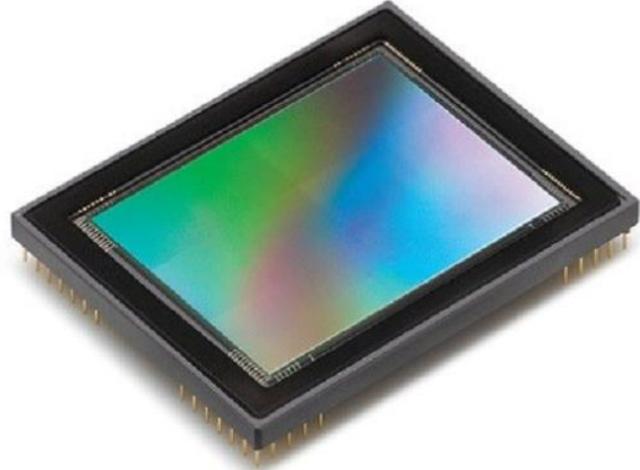
- Emise elektronů z materiálu, když materiál absorbuje (světlo) fotony s dostatečně vysokou energií
- Zjednodušeně **počet uvolněných elektronů** závisí na **intenzitě světla** s dostatečnou frekvencí



Detektory



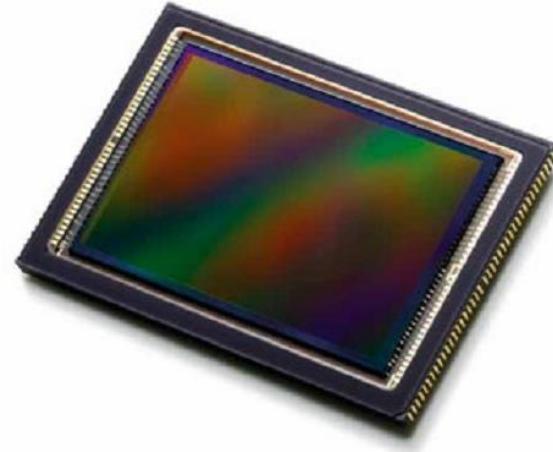
Detektory



CCD

Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

2010



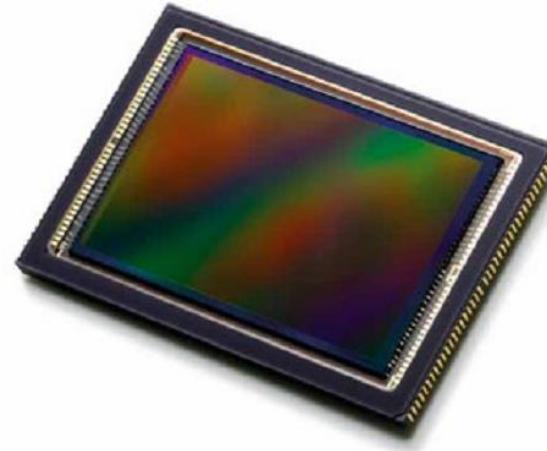
CMOS

Rychlosť snímání
Cena

Detektory



2018

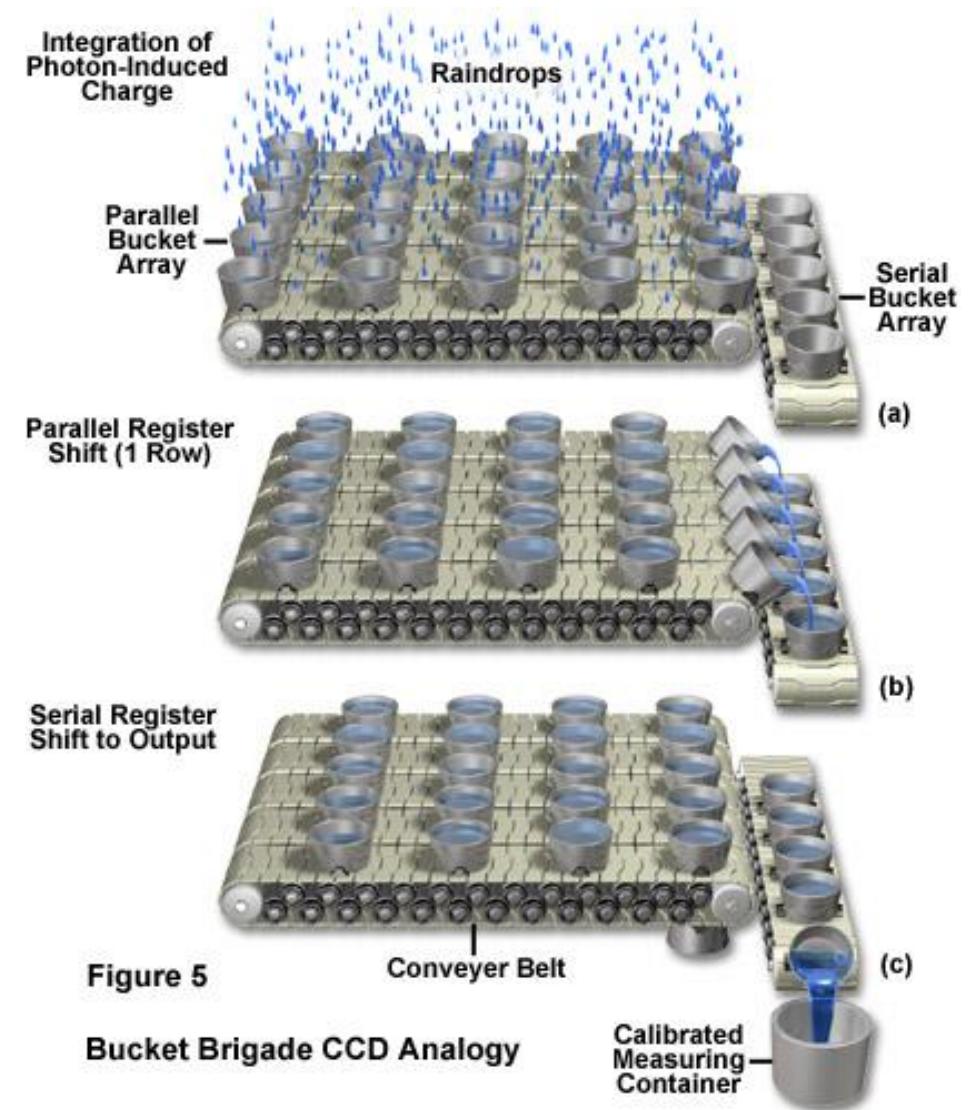


CMOS

Rychlosnímání
Cena
Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

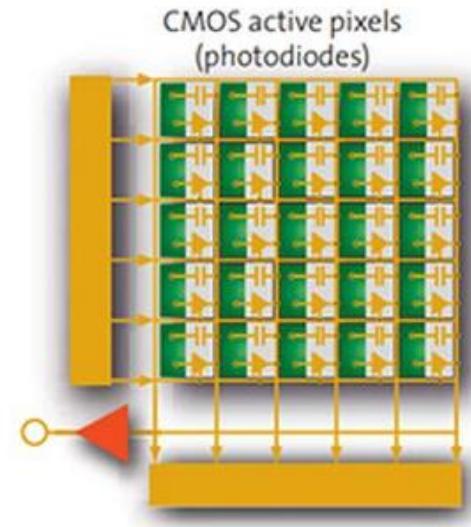
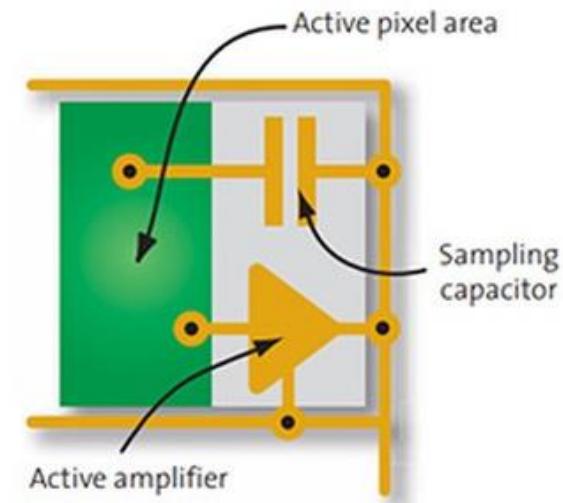
Detektory – CCD

- Snímání analogového signálu
- Převod energie na napětí
- Přenos napětí po řádcích
- Postupná digitalizace

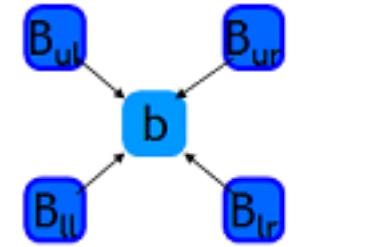
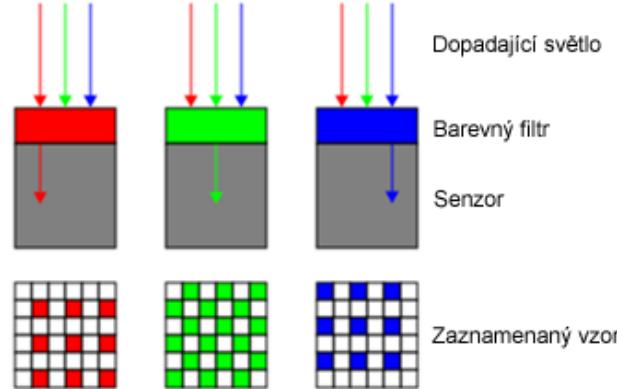
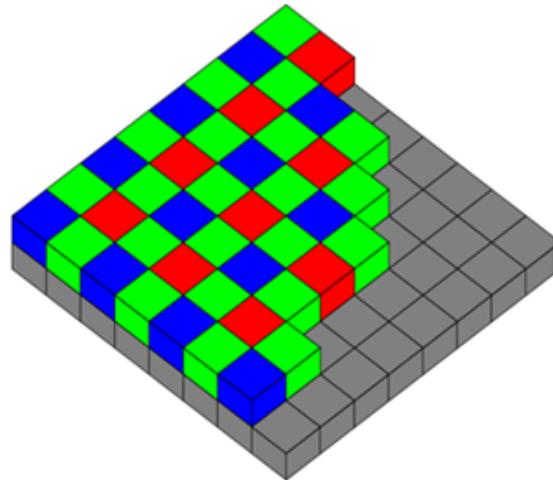


Detektory – CMOS

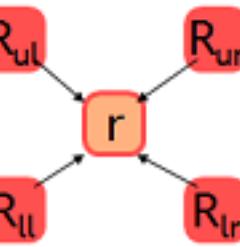
- Snímání analogového signálu
- Převod energie na napětí
- Digitalizace v pixelu



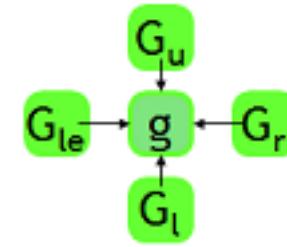
Vnímání barev - Bayerova maska



$$b = \frac{1}{4}(B_{ur} + B_{ul} + B_{ll} + B_{lr})$$

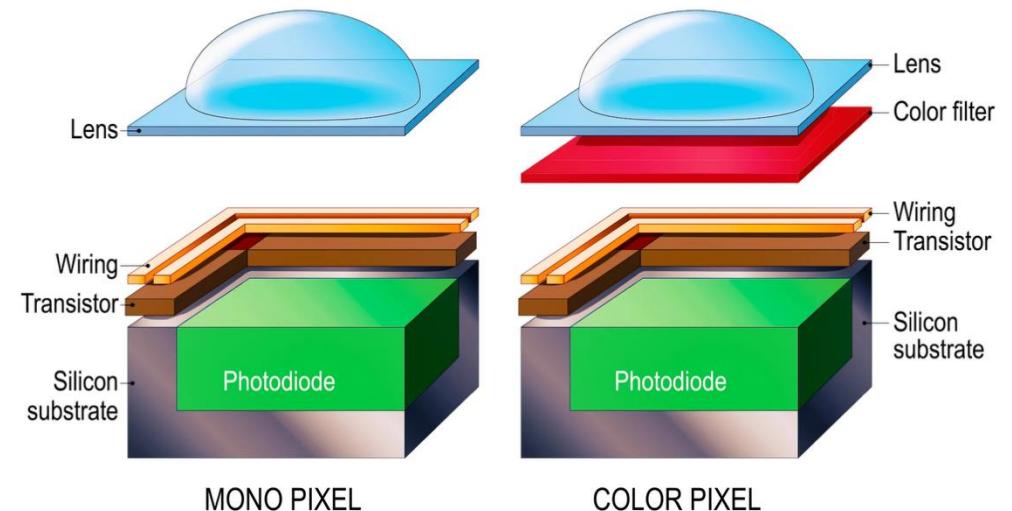


$$r = \frac{1}{4}(R_{ur} + R_{ul} + R_{ll} + R_{lr})$$

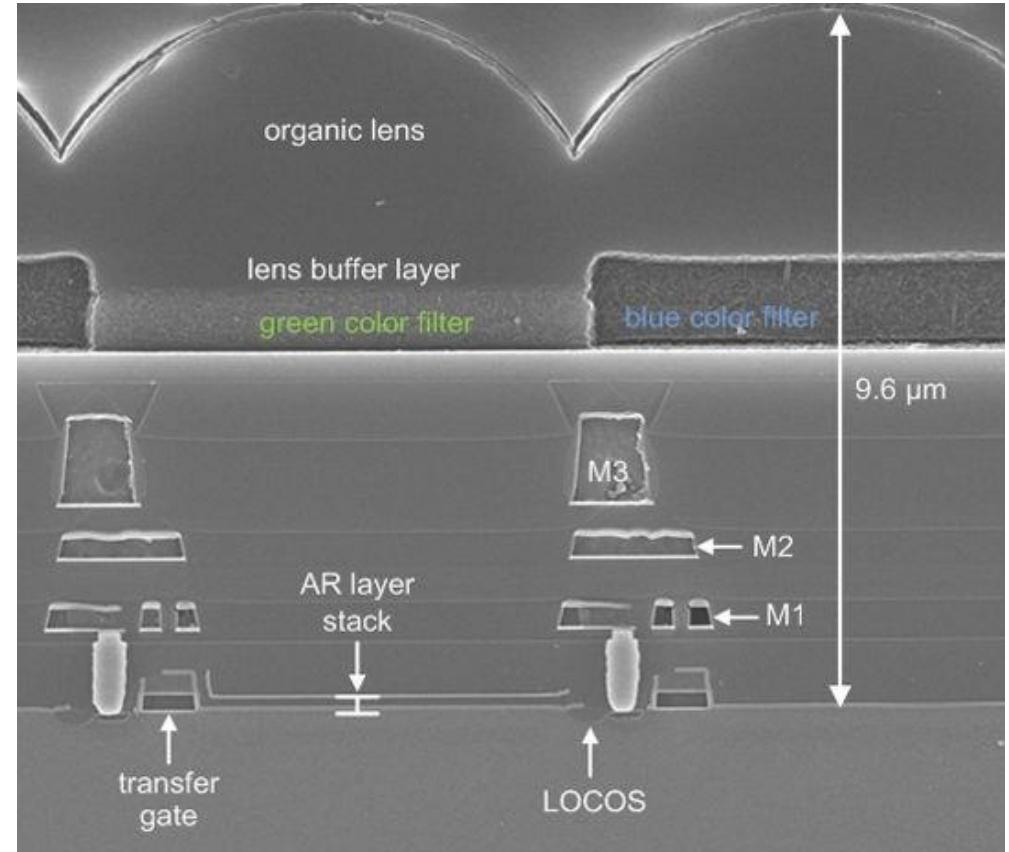
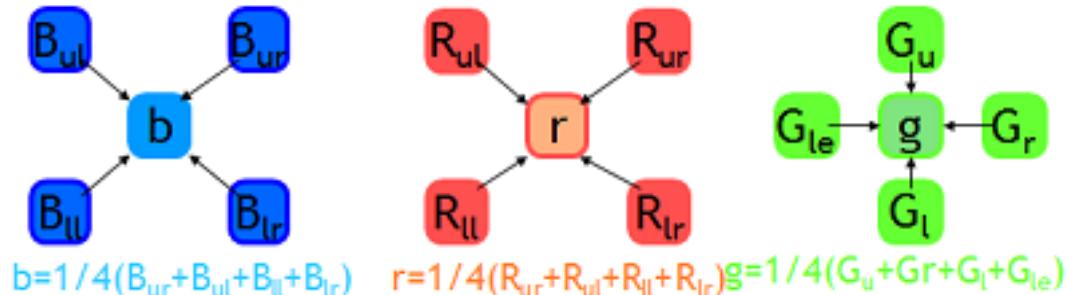
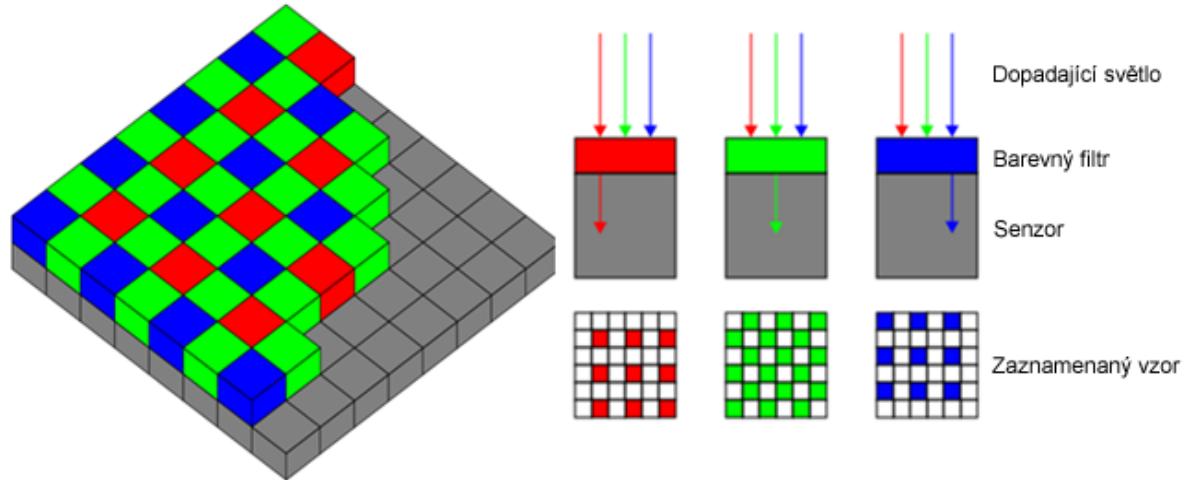


$$g = \frac{1}{4}(G_u + G_r + G_l + G_e)$$

Pixel
(image sensor)



Vnímání barev - Bayerova maska



Kapacita buňky

Maximální kapacita

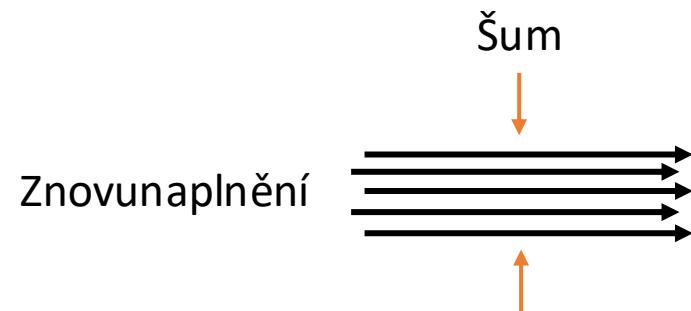


Saturační kapacita



Odstup signálu od šumu (SNR)

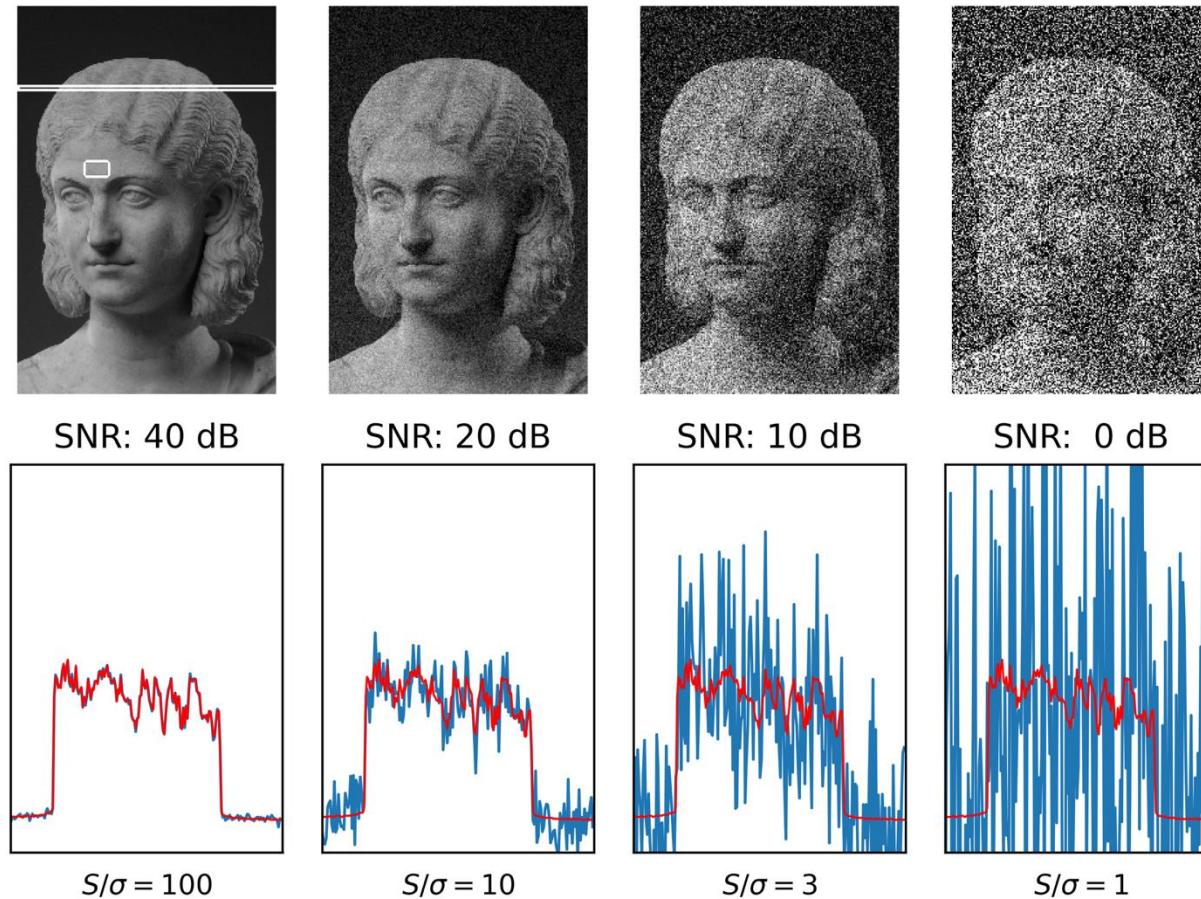
$$\text{SNR} = \frac{\text{signál}}{\text{šum}}$$



„Znovu naplněná sklenice nemá vždy stejnou hladinu.“
(cit. T. Gřeš)



Odstup signálu od šumu (SNR)



„Znovu naplněná sklenice nemá vždy stejnou hladinu.“
(cit. T. Gřeš)

Temný šum

- I když nedopadá na senzor světlo uvolňují se v polovodiči elektrony!
- Určuje detekční limit
- Minimální signál, který jsme schopni změřit

Maximální kapacita →

Saturační kapacita →

temný šum = obvykle 8 – 100 elektronů

Temný šum →

„Po vyprázdnění sklenice zůstane na dně pár kapek.“
(cit. T. Gřeš)



Dynamický rozsah

$$DR = \frac{\text{saturační kapacita}}{\text{temný šum}}$$

$$DR_{db} = 20 \cdot \log \left(\frac{\text{saturační kapacita}}{\text{temný šum}} \right)$$



„Dynamický rozsah je poměr mezi plnou a prázdnou sklenicí.“
(cit. T. Gřeš)

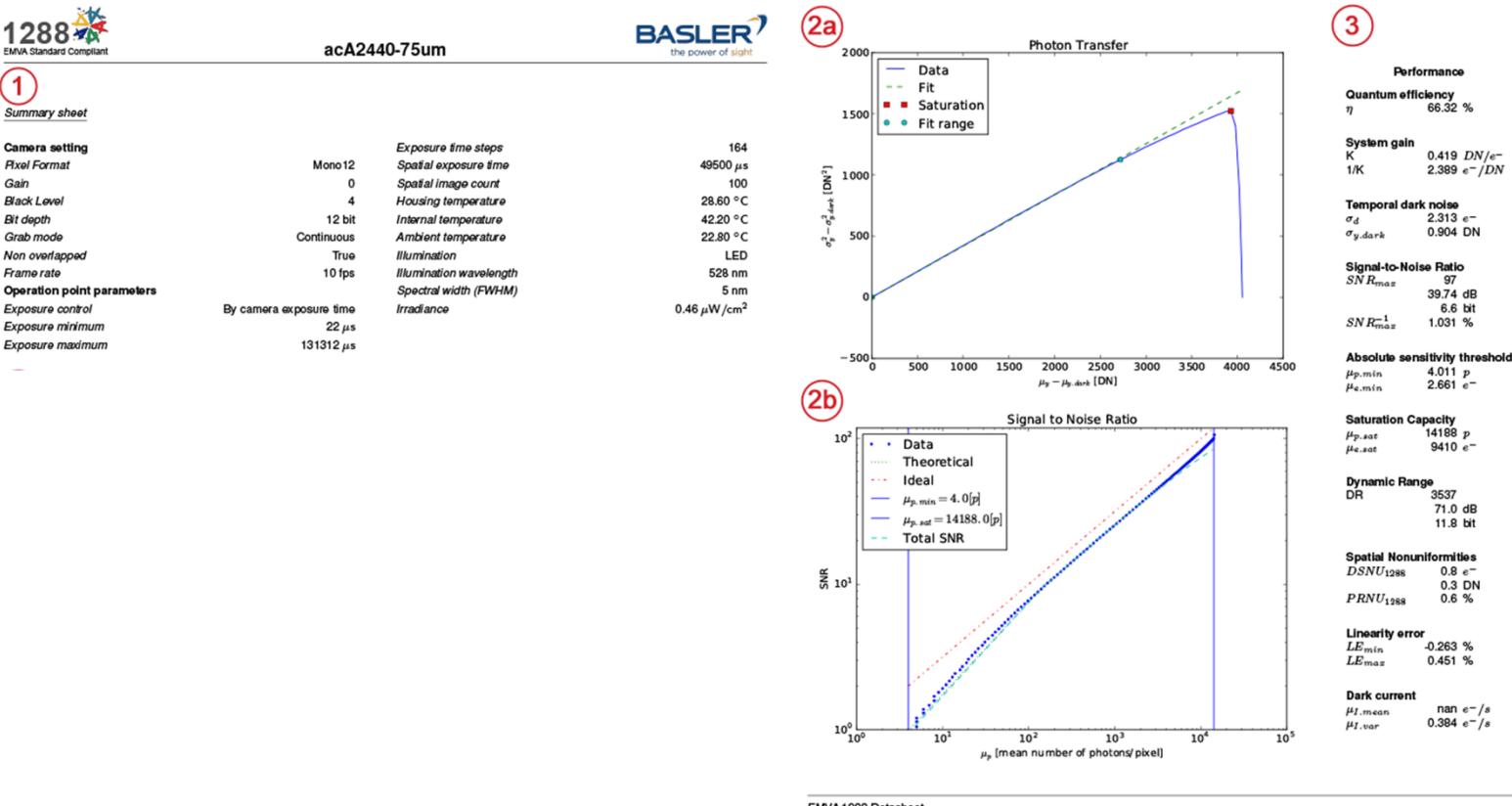
Dynamický rozsah



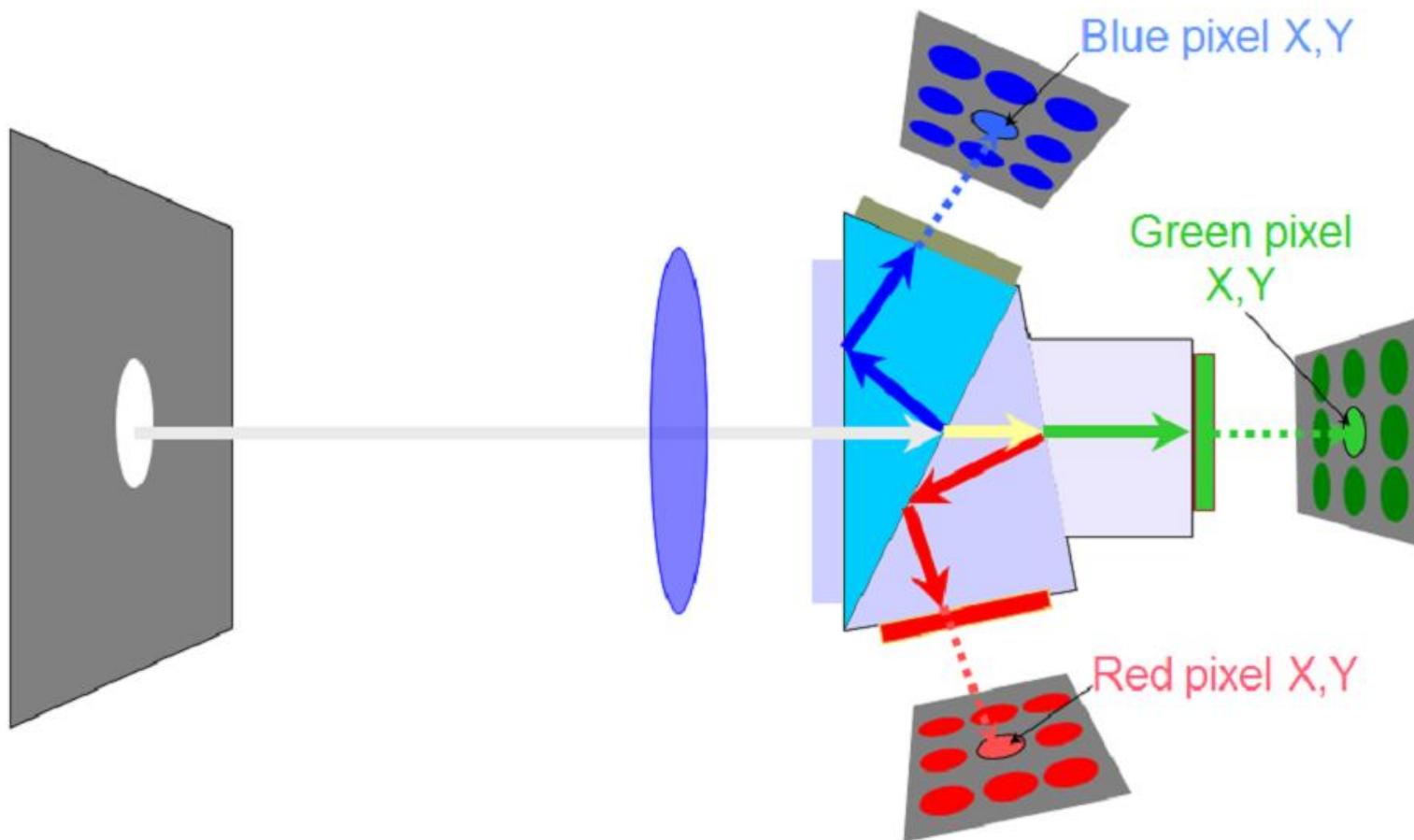
Proč nás tyto parametry zajímají?

Proč nás tyto parametry zajímají?

- EMVA 1288
 - Standard umožňující srovnat kamery mezi sebou



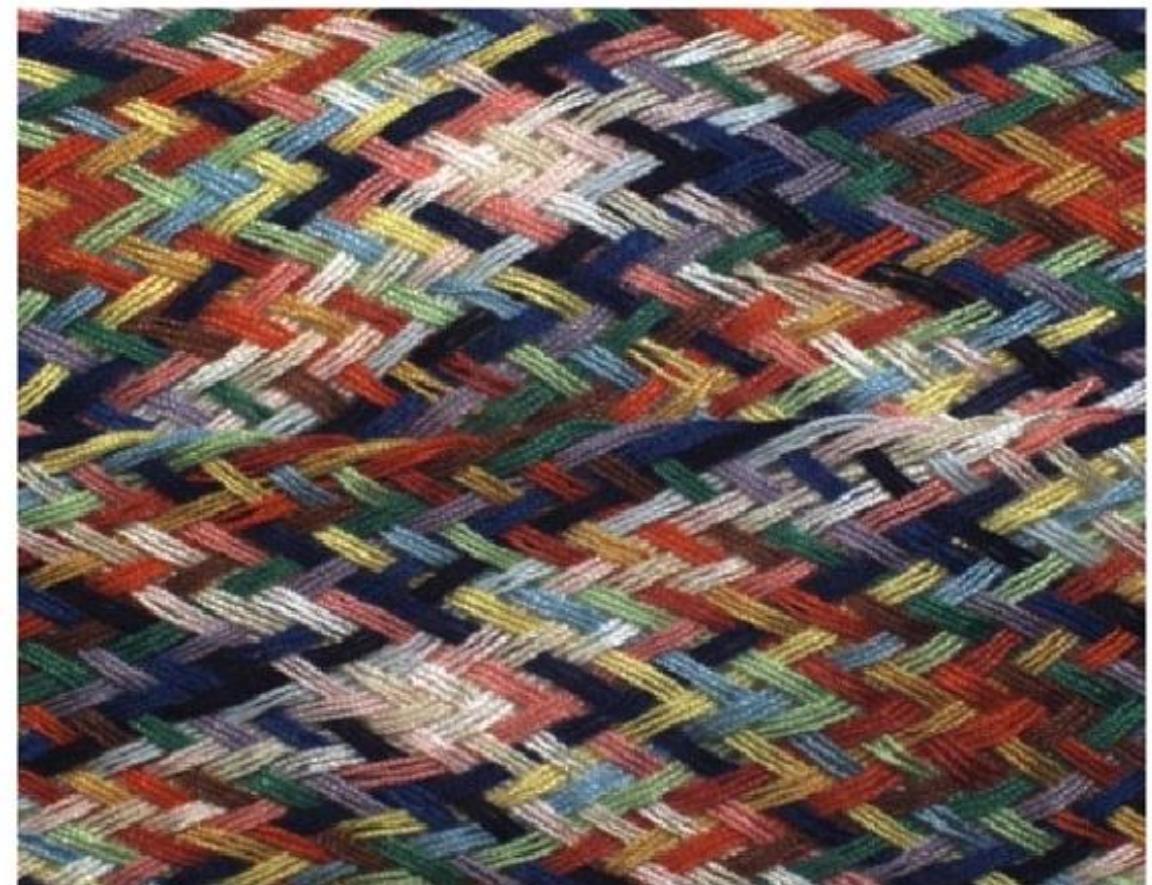
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



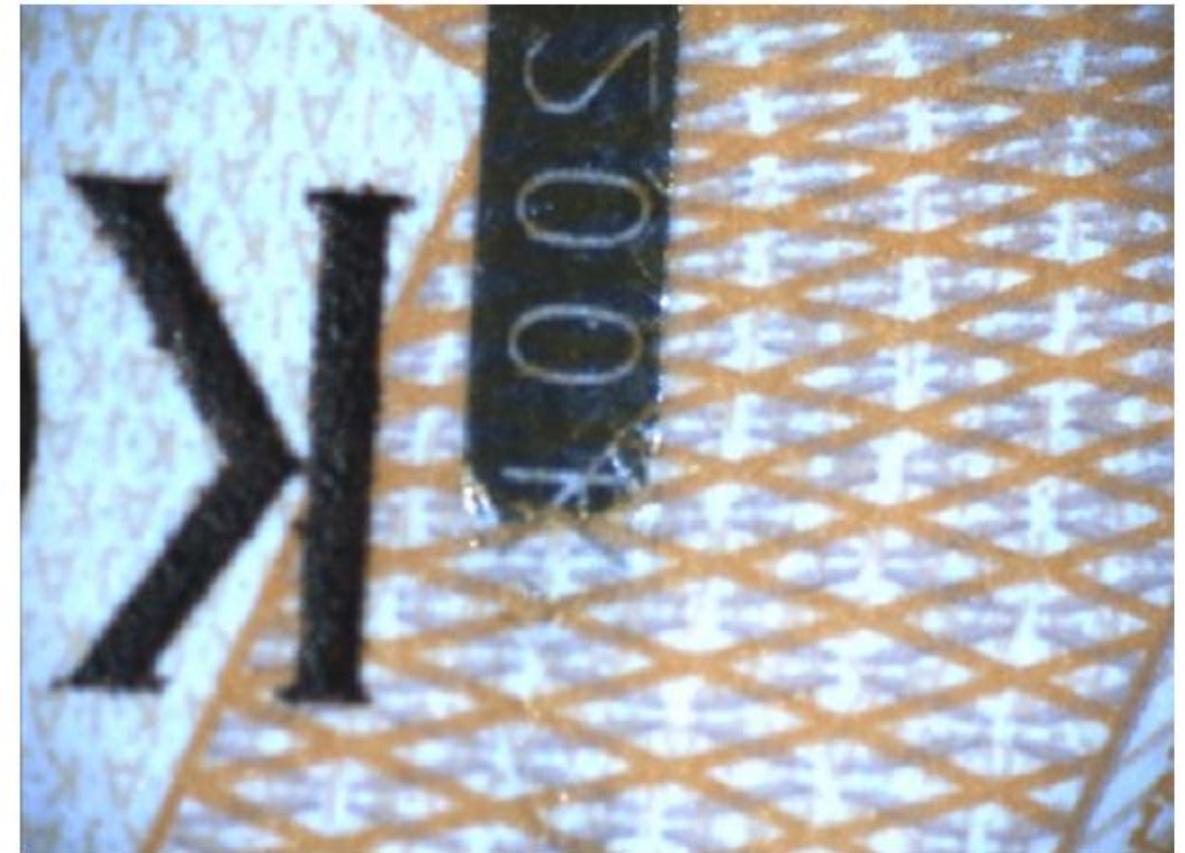
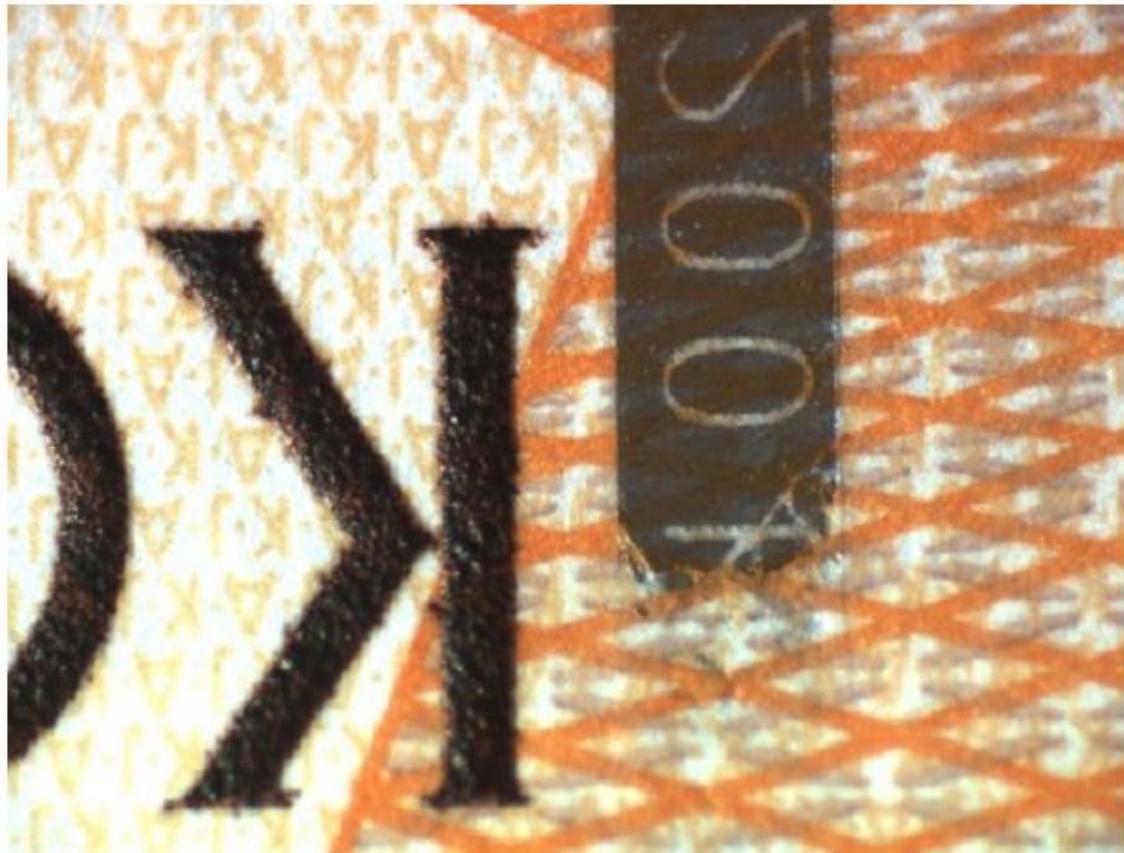
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



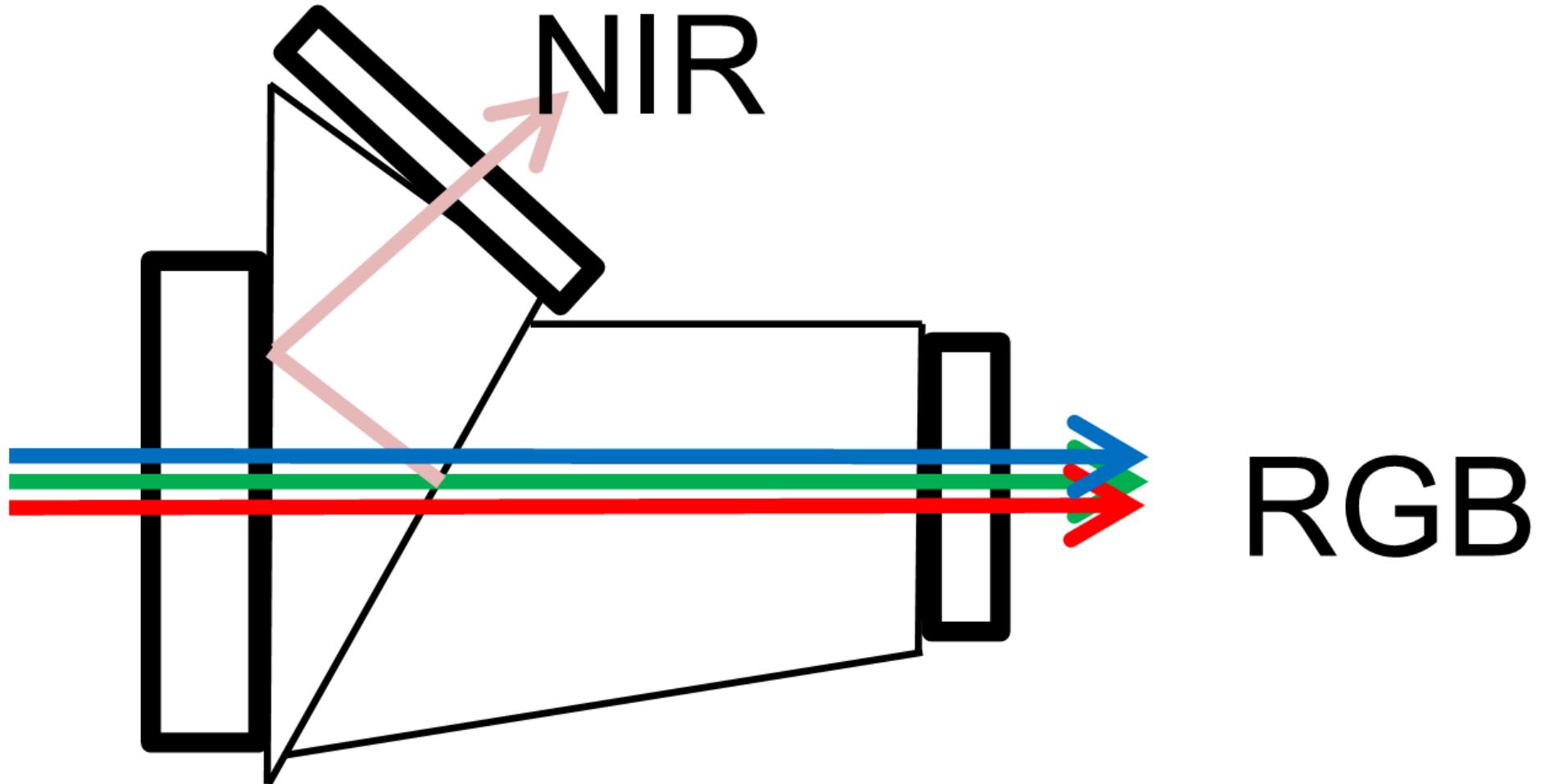
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



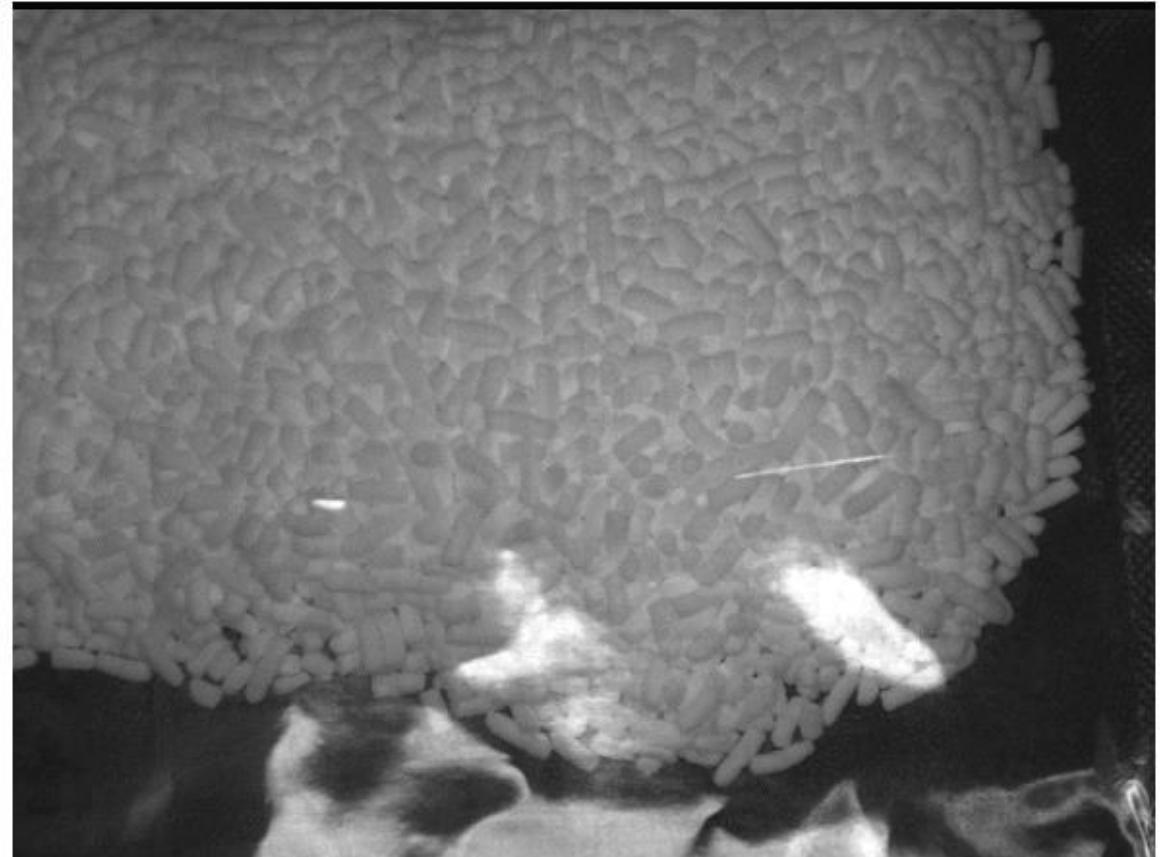
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



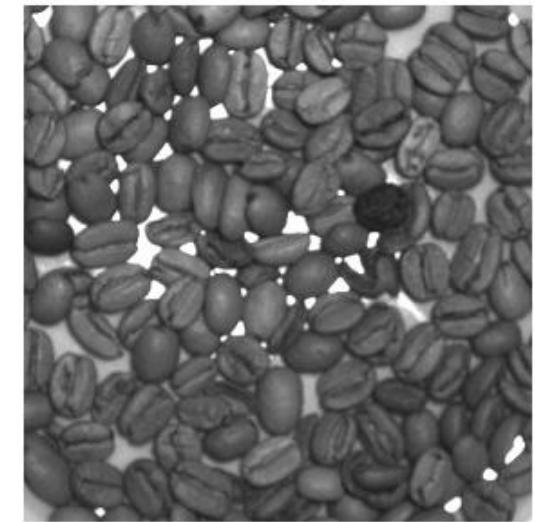
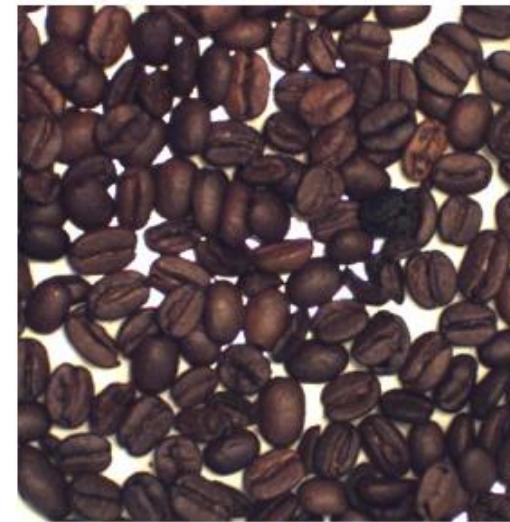
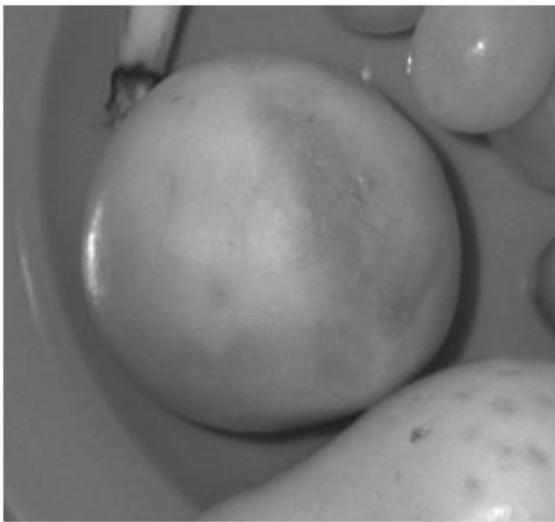
Multispektrální kamery – NIR



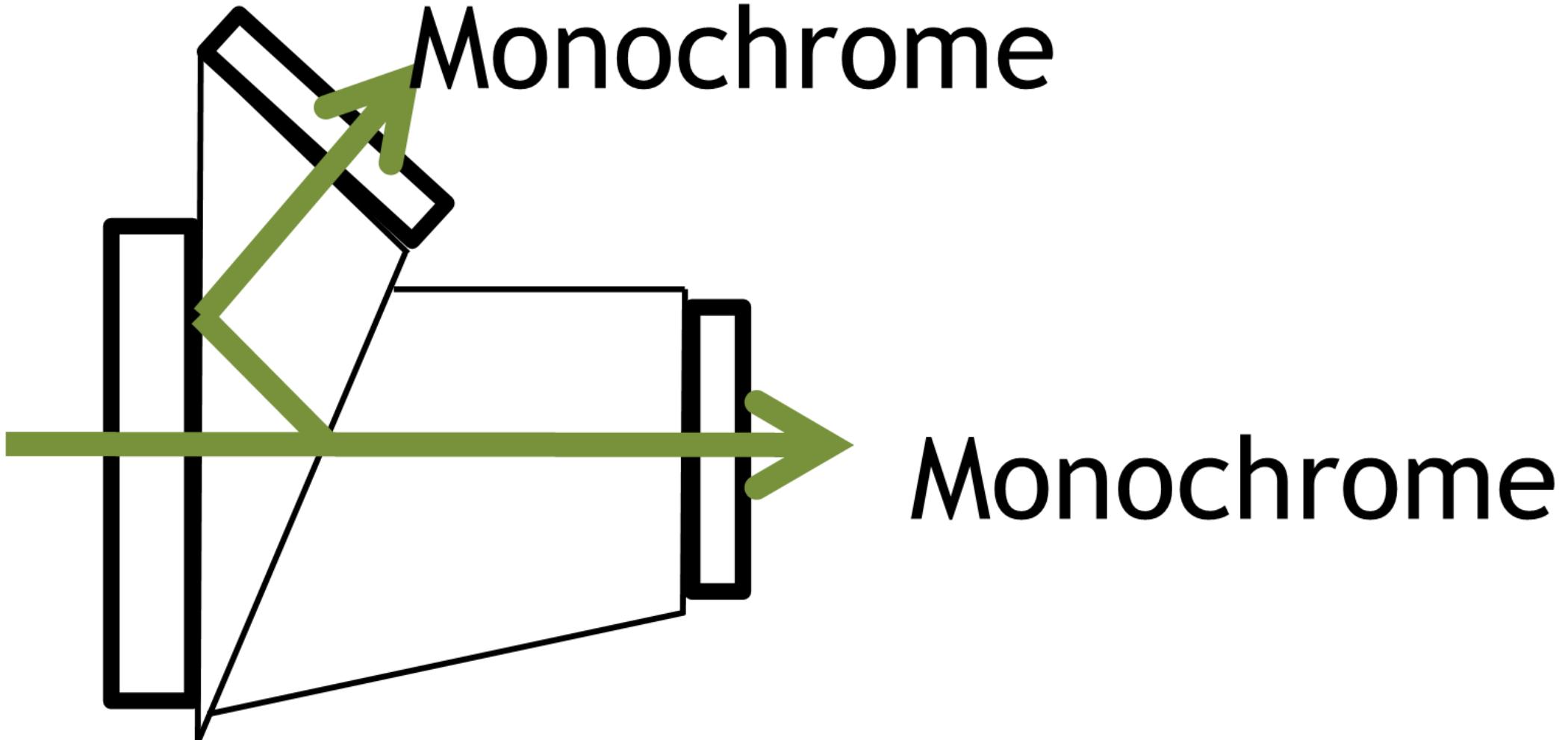
Multispektrální kamery



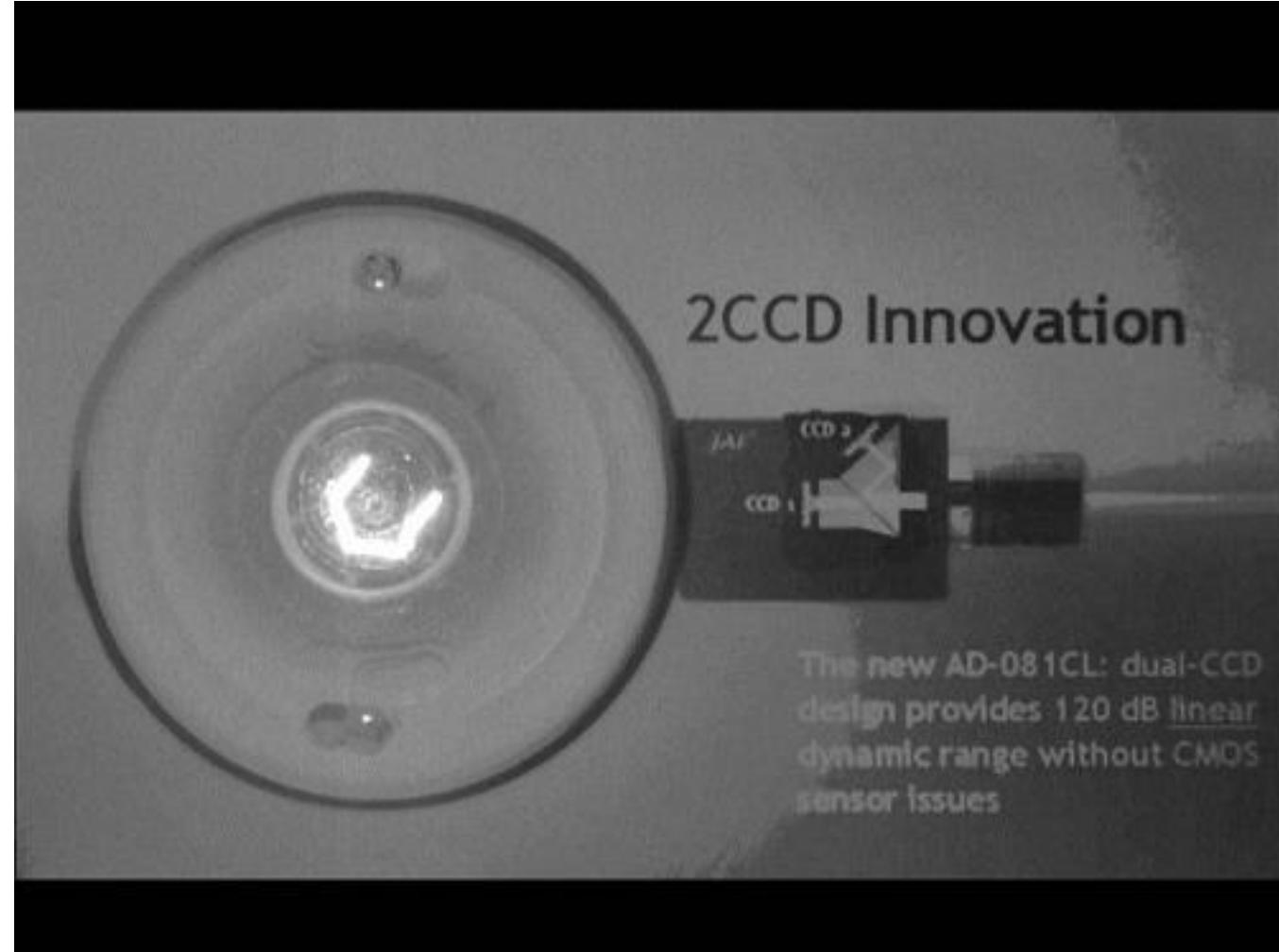
Multispektrální kamery



2CCD HDR



2CCD HDR



2CCD HDR



Inteligentní kamery

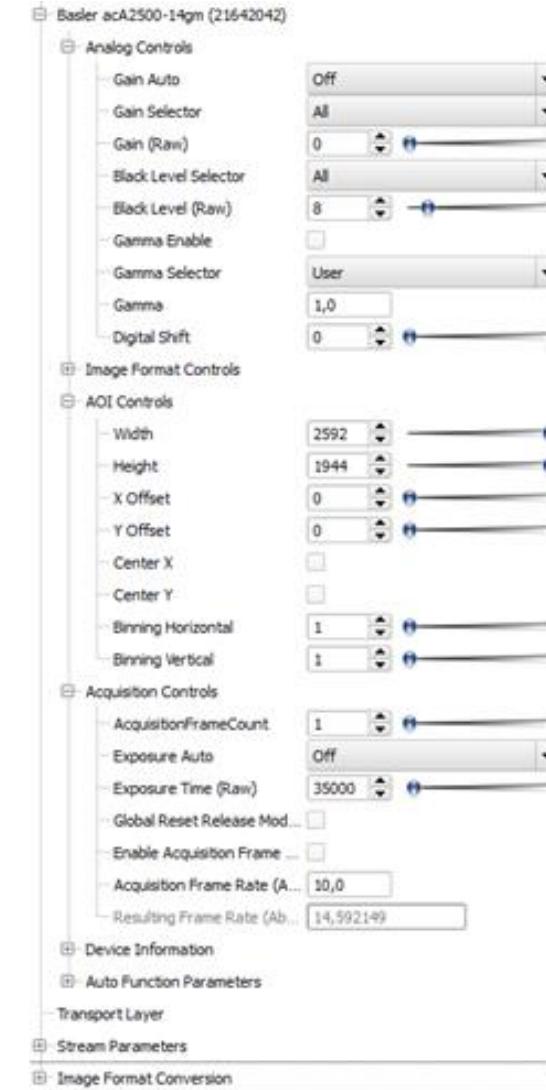
- 360° kamery
 - Bar & QR readery
 - Face recognition
 - License plate readery
-
- Obecně kamery s algoritmy zpracování obrazu
 - Jednoúčelové
 - Zpracování na čipu kamery



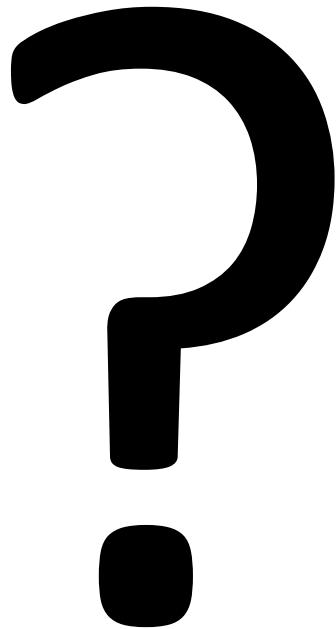
<https://www.deviantart.com/pansasunavee/art/Camera-man-162001348>

Vlastnosti kamery

- Gain (zesílení)
- Doba expozice + režim
- Rozlišení + oblast zájmu (ROI)
- Gamma
- Clona
- Závěrka
- Binning
- Datový formát (mono, bayer, yuv422)



Zvýšení citlivosti kamery

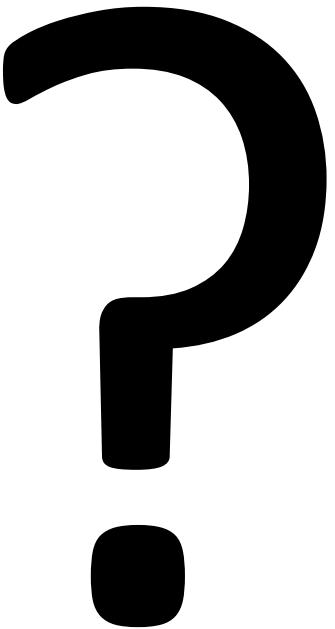


Zvýšení citlivosti kamery

- Gain
 - Analogové zesílené signálu z čipu
 - Zvýší se i šum
- Expoziční čas
 - Sníží se snímková frekvence
- Binning
 - Sníží se rozlišení



Zvýšení snímkové frekvence



Zvýšení snímkové frekvence

- Omezení oblasti zájmu
 - Zmenší se zorné pole
- Binning
 - Sníží se rozlišení
 - Nefunguje u všech kamer
- Pozor na expoziční čas
- Pozor na zvolenou bitovou hloubku

