

# Třídění skleněných stěrů

Ing. David Krčmařík, Ph.D.

# Základní údaje

- Kdo:
  - Petr Tůma - vedoucí
  - Jaroslav Buchta – FPGA kamera
  - Ivan Doležal – detektor železa
  - Václav Kopecký – styk s průmyslem
  - Igor Kopetschke
  - David Krčmařík – testy s kamerou
  - Lubomír Slavík – řízení komunikace
  - Oldřich Hlavatý – mechanické provedení
- Co:
  - Zmenšení velikosti detekovatelného střepu
  - Detekce barev
  - Detekce kovových nečistot (drátosklo)
- Proč:
  - Ekonomická výhodnost recyklace
  - Snížení ekologické zátěže
  - Možnost uplatnění i pro jiné obory

# Současnost



ENVY Recycling, s.r.o.  
(Stráž pod Ralskem)

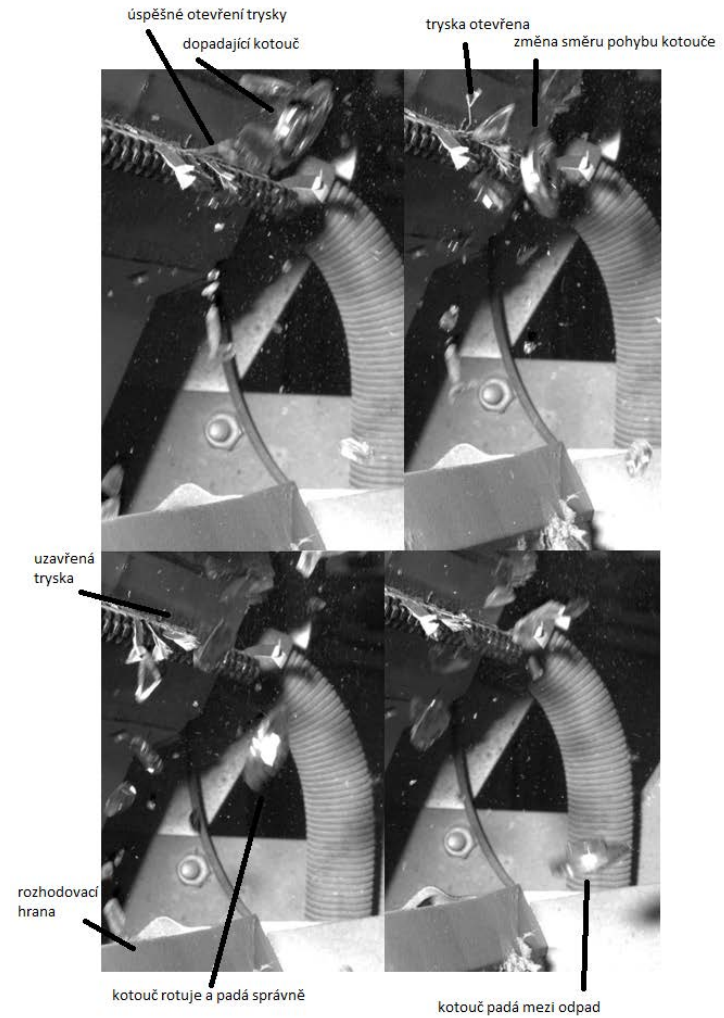
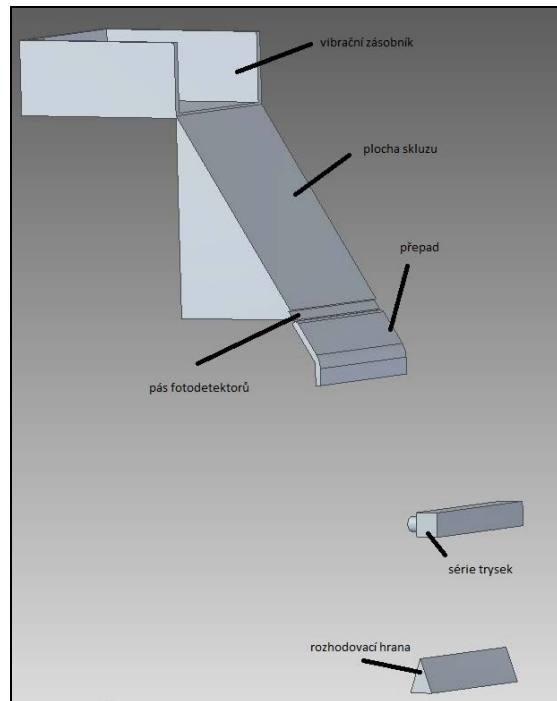


Sklopan Liberec, a. s.

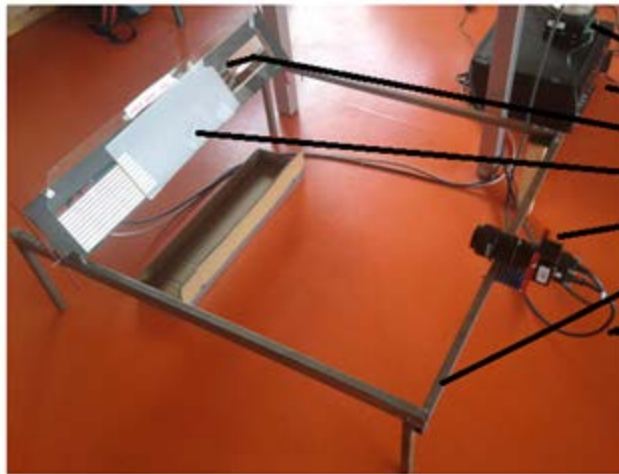


# Princip

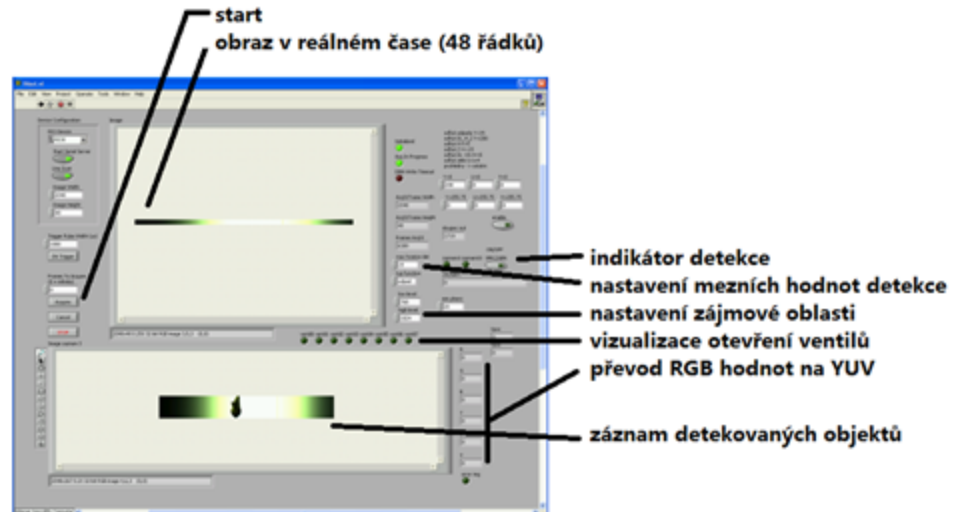
## Schéma



# První prototyp

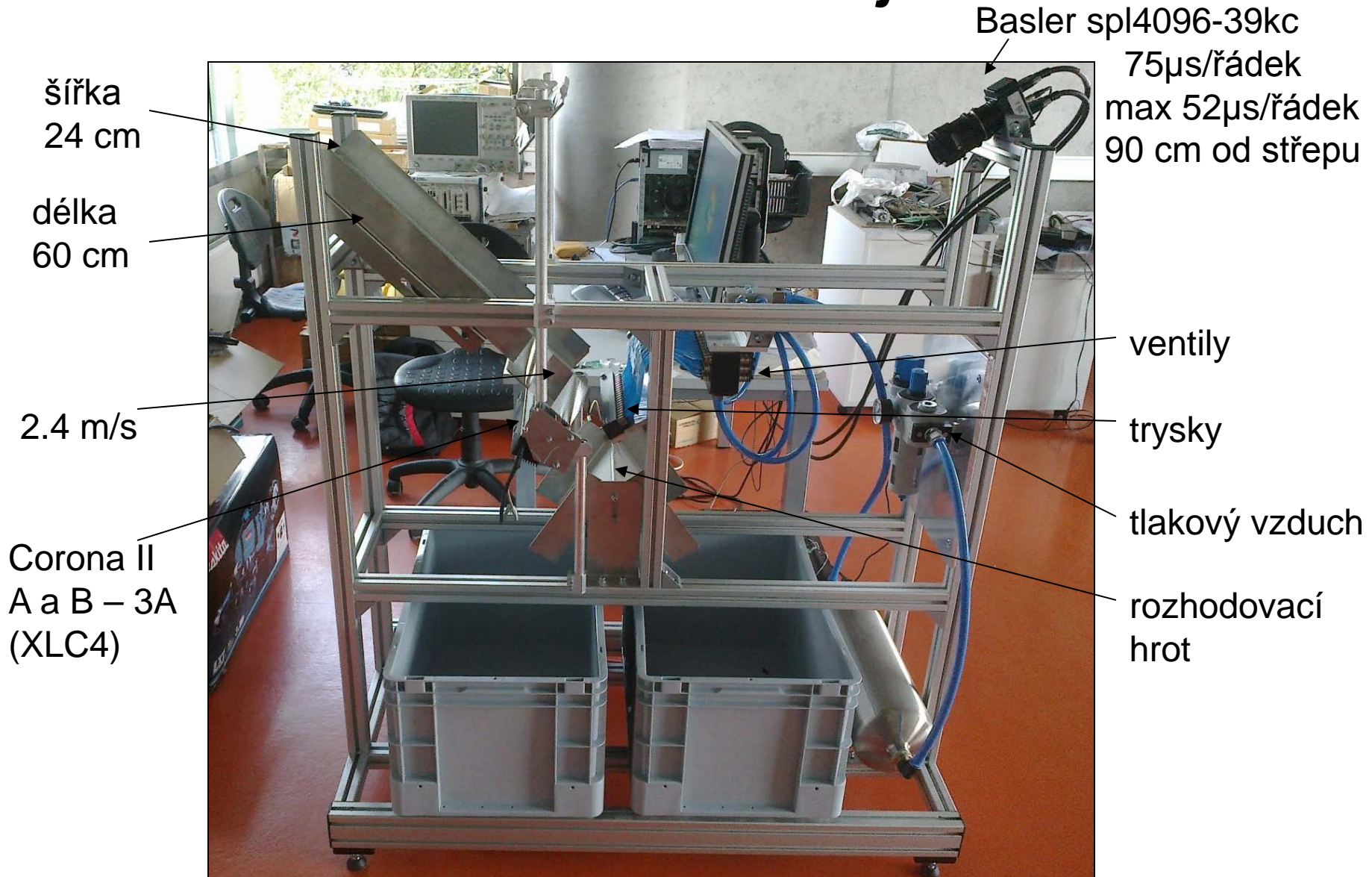


- řízení osvětlení
- zdroj napětí pro osvětlení
- osvětlení
- skluz pro střepy
- řádková kamera s optikou
- kovový stojan
- kabely vedoucí k FPGA desce v PC

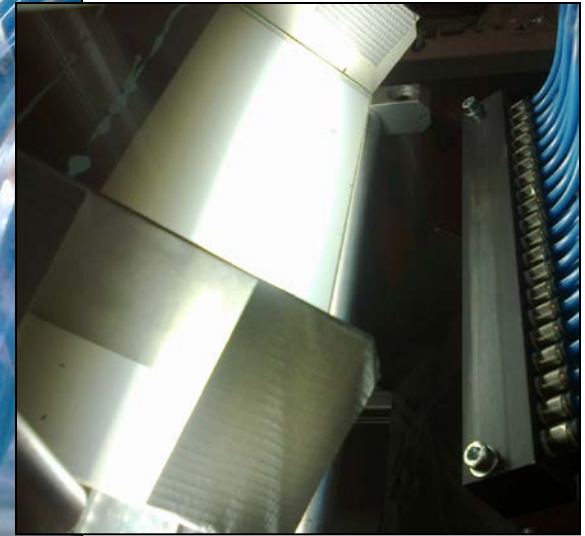
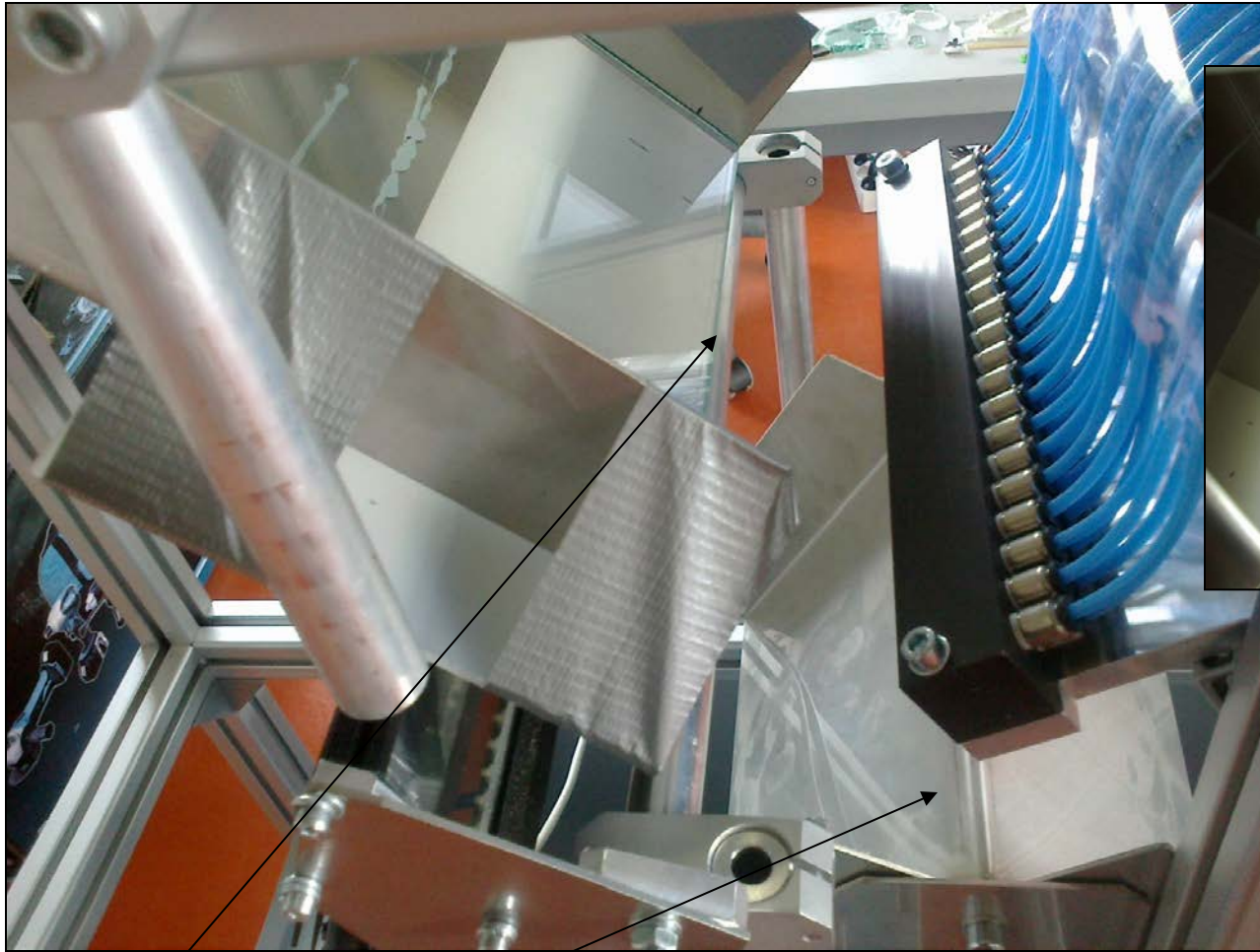




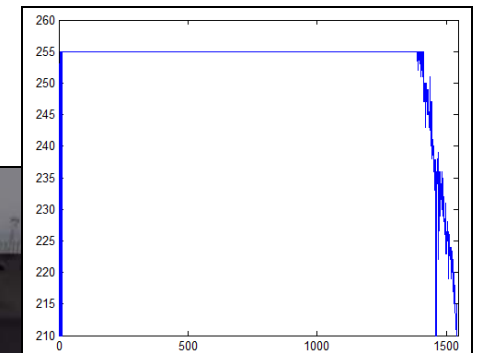
# Testovací stojan



# Detail odfuku



Osvětlení



2,4 m/s

Rozhodovací hrot

Trysky (Fluidpoint)



# Ventily



- BN 16 watts
- 80 psi (5,5 bar)

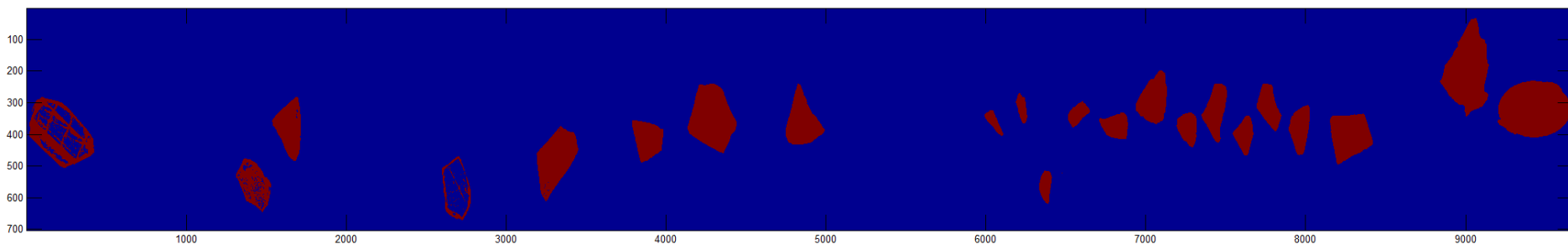
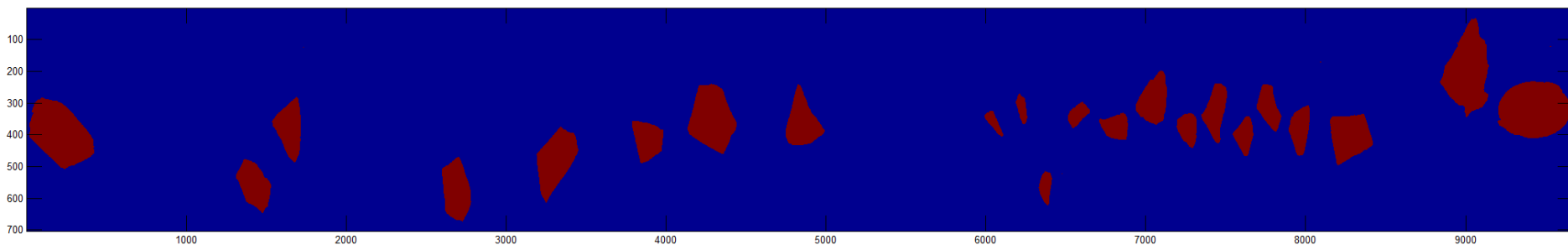
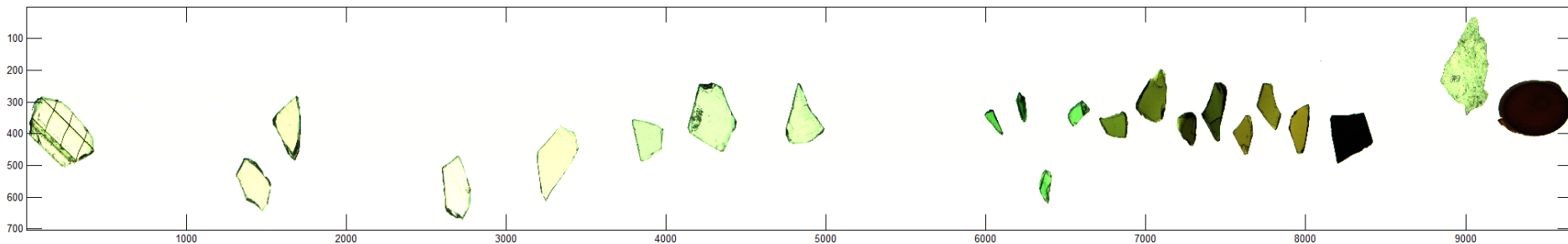
<b>Model</b>	<b>Flow (Cv)</b>	<b>Air pulse (psi)</b>	<b>Open delay</b>	<b>90% air pulse</b>	<b>Close delay</b>	<b>Closed</b>
<b>EL46</b>	<b>0.20</b>	<b>38.4</b>	<b>2.32 ms</b>	<b>3.88 ms</b>	<b>0.32 ms</b>	<b>1.84 ms</b>



# Typy skla a nečistot

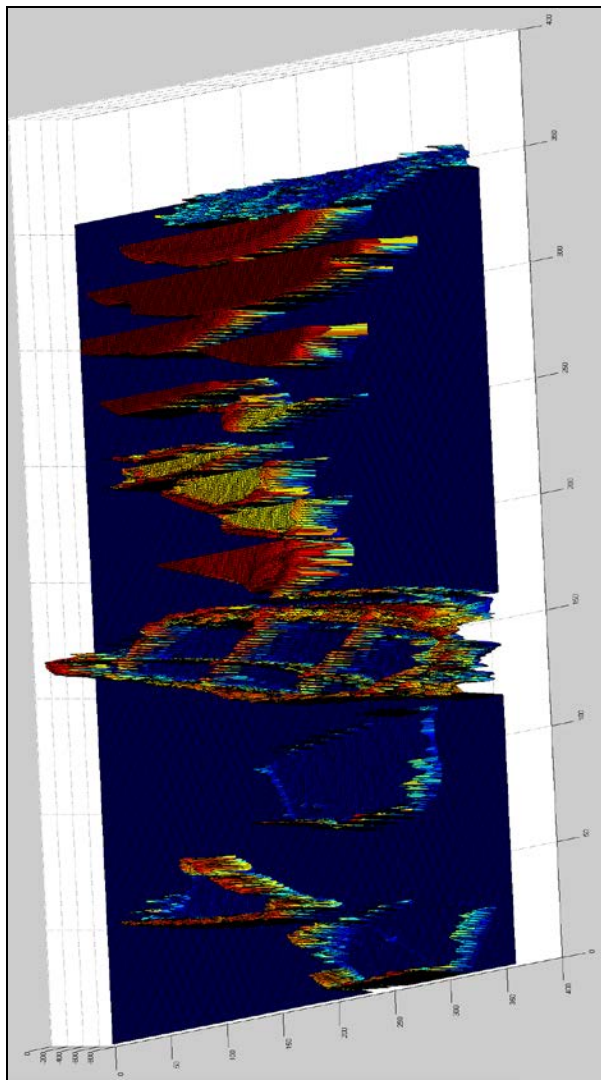


# Detekce objektů

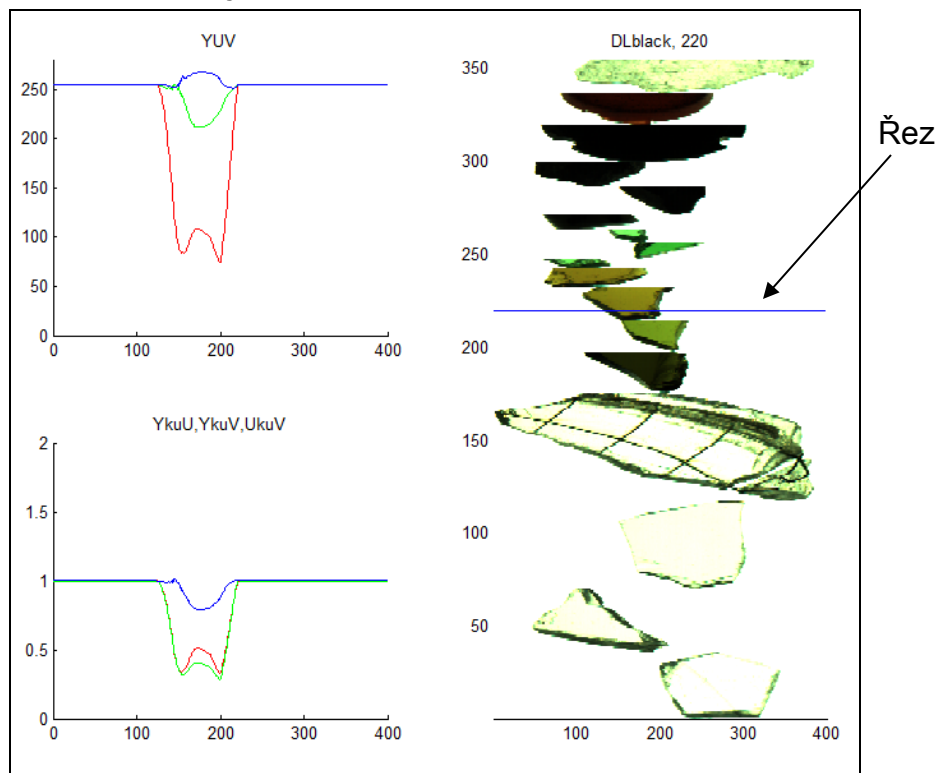


# Analýza

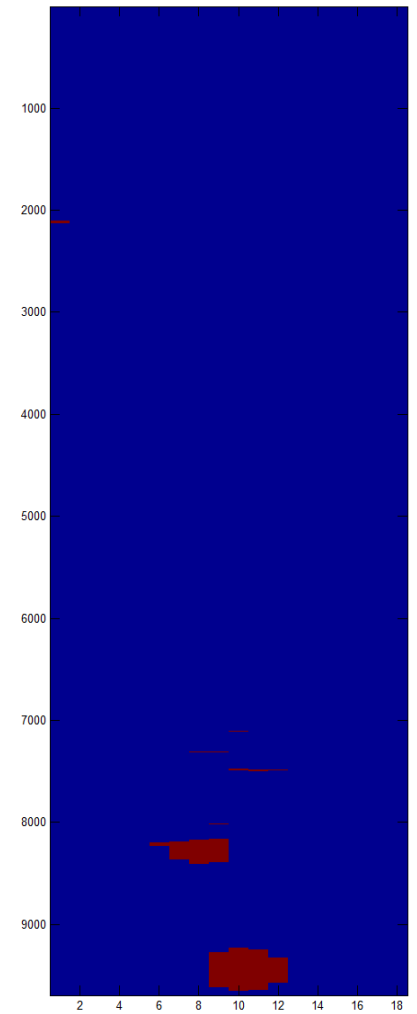
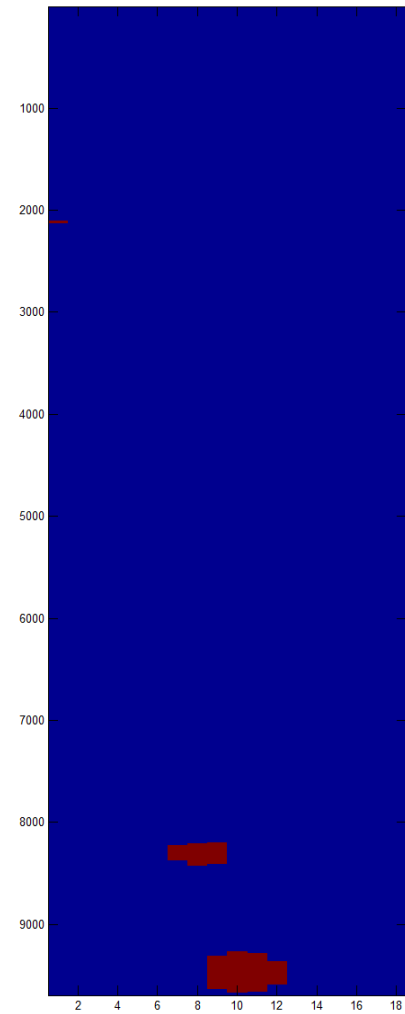
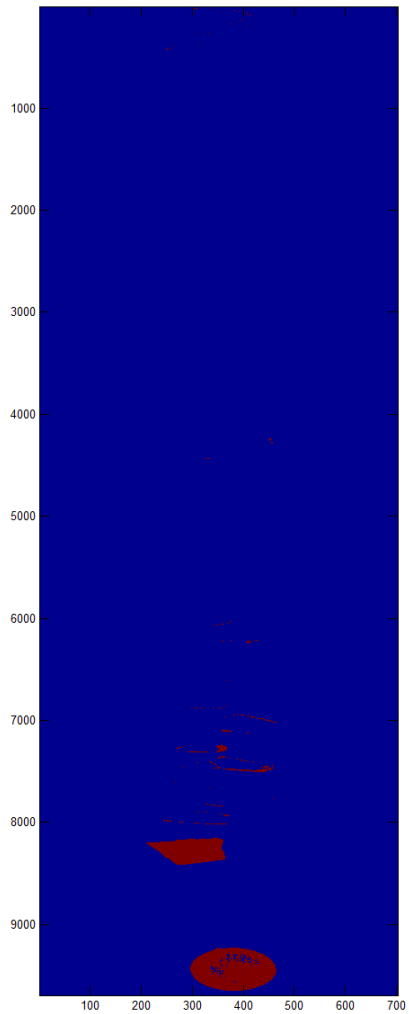
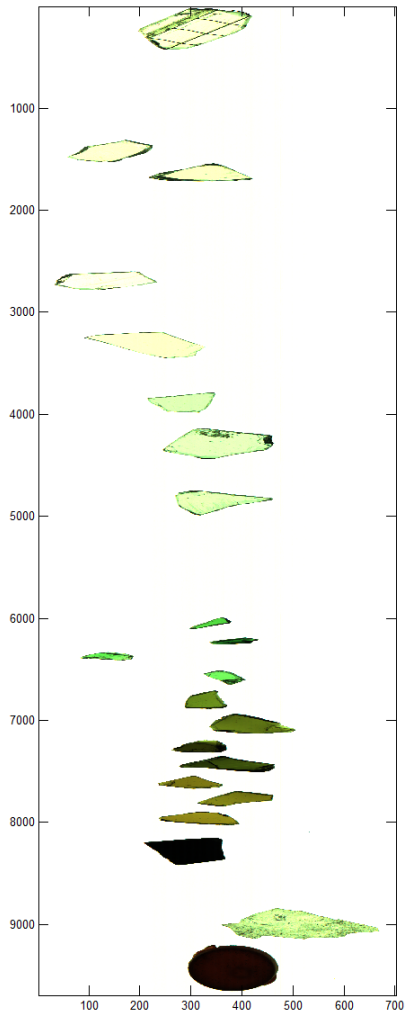
3D



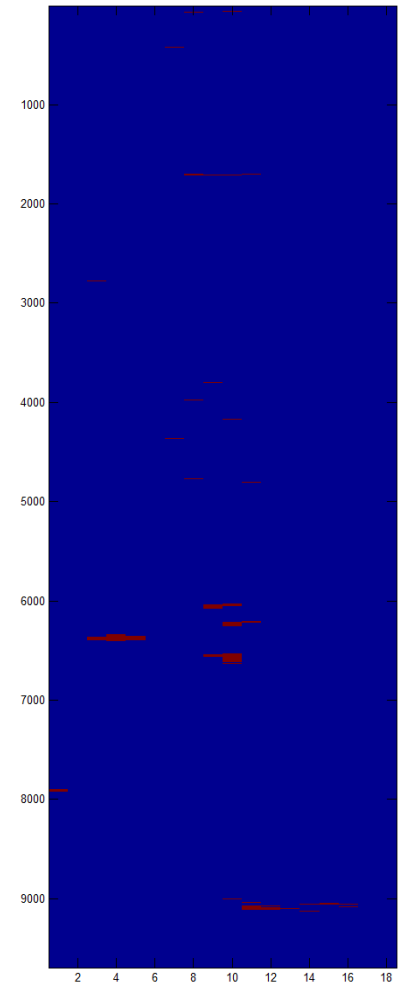
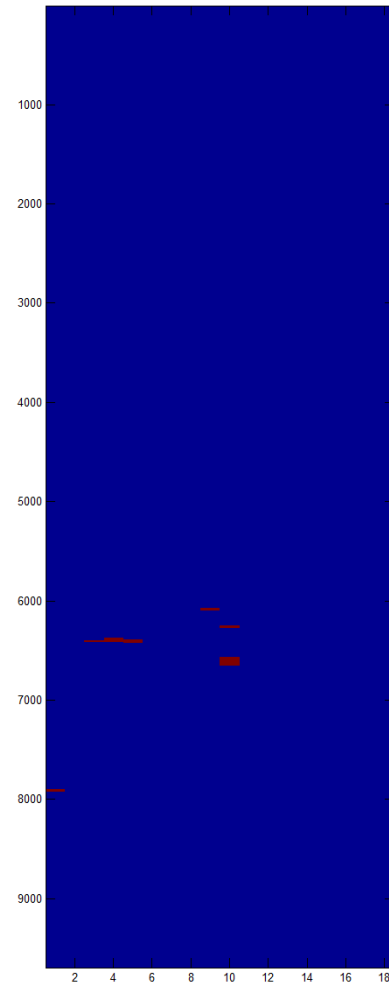
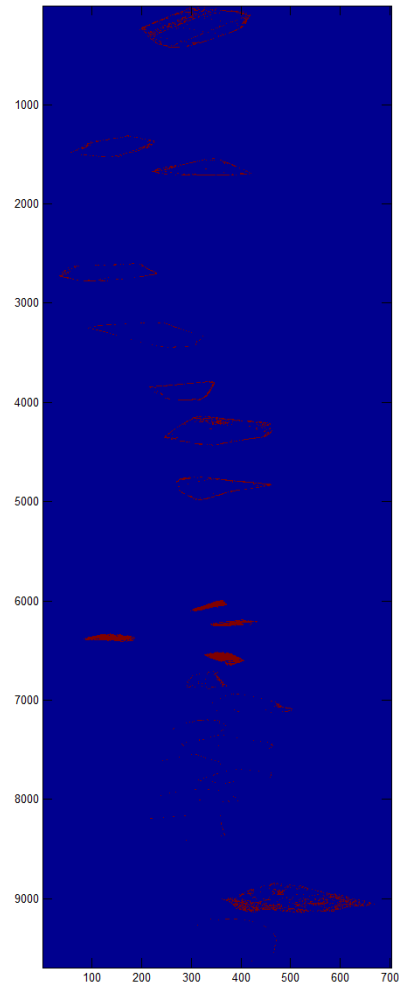
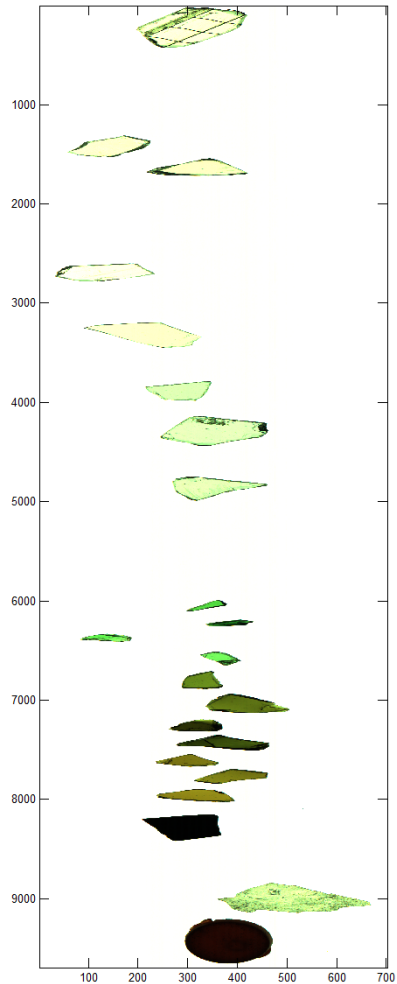
## Analýza hnědého střepu



# Příklad odstranění CSP



# Příklad odstranění zeleného skla

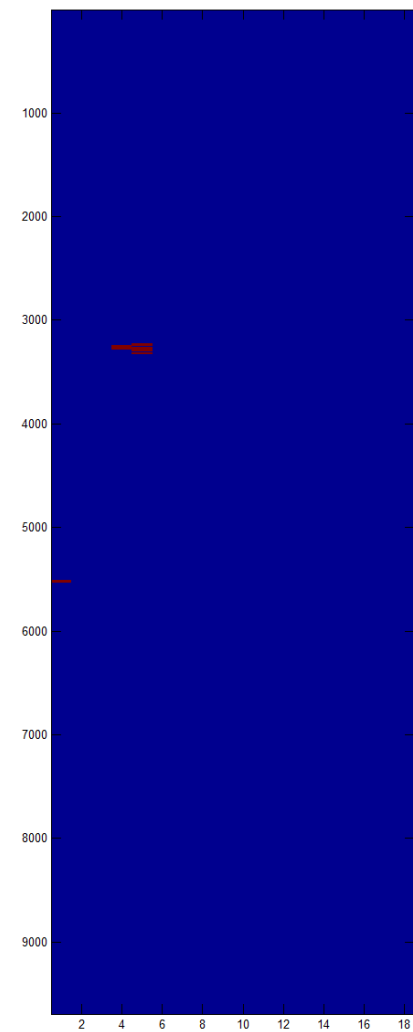
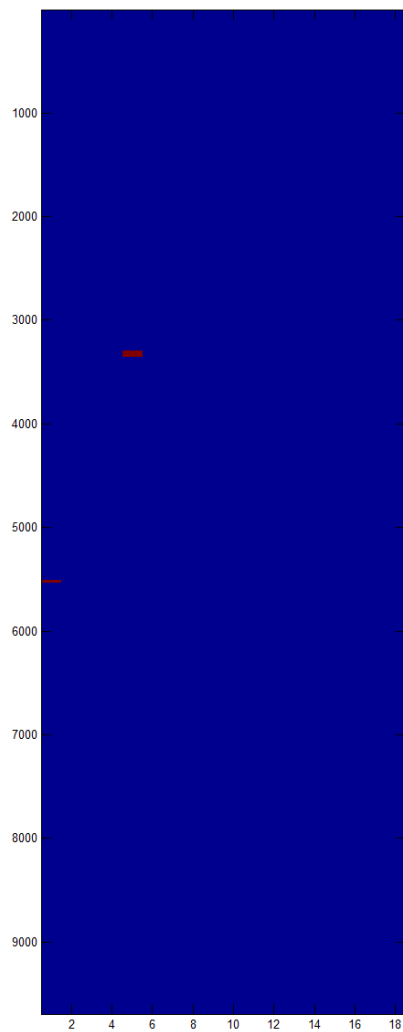
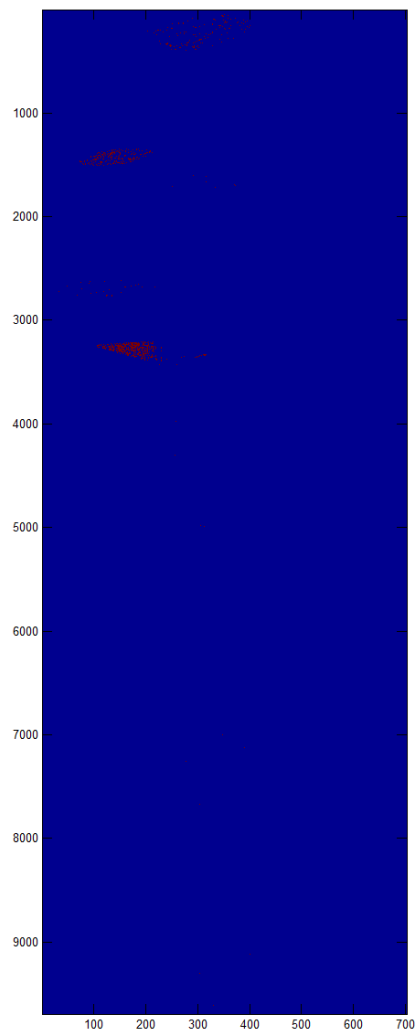
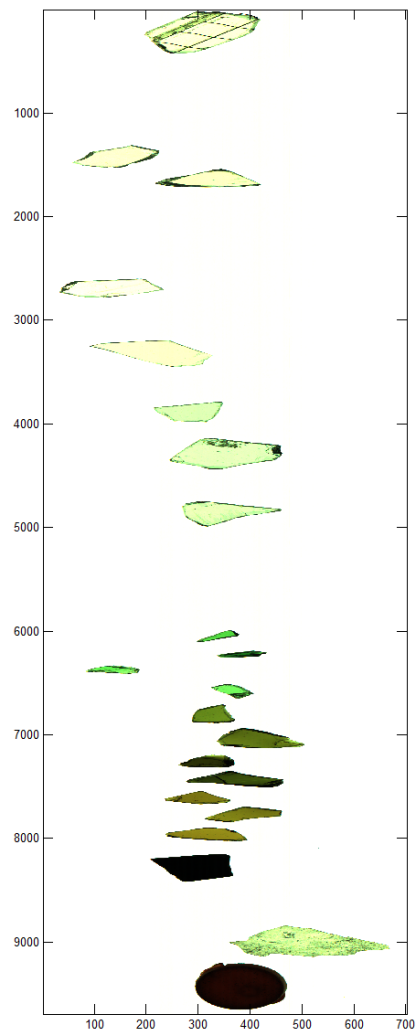




# Hodnoty YUV

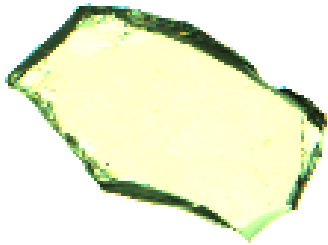
	$Y_{\min}$	$Y_{\max}$	$U_{\min}$	$U_{\max}$	$V_{\min}$	$V_{\max}$
<b>Odpad</b>	<b>0</b>	<b>16</b>				
<b>DL &amp; H &amp; Z</b>	<b>17</b>	<b>205</b>				
<b>Hnědé</b>	<b>17</b>	<b>205</b>			<b>2</b>	<b>20</b>
<b>Zelené</b>	<b>17</b>	<b>205</b>			<b>-80</b>	<b>-12</b>
<b>Deaf leaf</b>	<b>17</b>	<b>130</b>	<b>-33</b>	<b>-8</b>	<b>-15</b>	<b>2</b>
<b>Fólie</b>			<b>-50</b>	<b>-18</b>		
<b>Zelinkavé tlusté</b>	<b>180</b>	<b>245</b>	<b>-28</b>	<b>-15</b>	<b>-22</b>	<b>-1</b>
<b>Zelinkavé tenké</b>	<b>248</b>	<b>251</b>	<b>-16</b>	<b>-14</b>	<b>3</b>	<b>6</b>

# Příklad tenké zelinkavé sklo

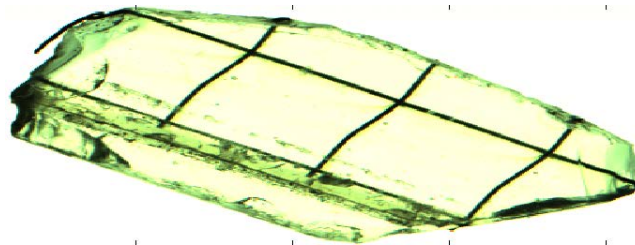
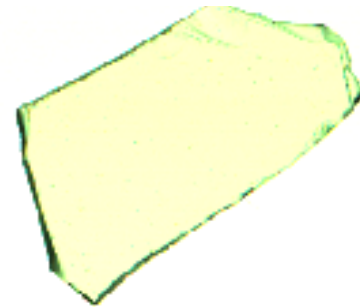


# Bílé sklo

Bílé sklo



Zelinkavé sklo



# Současné rozhraní

**Device Configuration**

RIO Device  
RIO0

Start Serial Server

Line Scan

Image Width  
2048

Image Height  
33

Trigger Pulse Width (us)  
1000

SW Trigger

Frames To Acquire (0 = infinite)  
0

Acquire

Cancel

STOP

Image

2048x33 0.33X 32-bit RGB image 27,36,19 (0,0)

Image 2

2048x974 0.5X 32-bit RGB image 255,255,255 (1158,440)

Initialized

Acq In Progress

DMA Write Timeout

min detekce vseho  
253

Acq'd Frame Width  
2048

Acq'd Frame Height  
33

Frames Acq'd  
46483

low level  
274

high level  
1716

312 312

bodu/trysku  
39

mira plneni  
19

prvnich nepouz  
0

tryskek  
37

radku  
33

biky na znak  
128

pocet znaku  
16

radku out 64b  
0

accum tryskek 64b  
0

count bodu/trysku  
0

count det  
0

count znaku  
0

sloupec  
0

zaznam\_naprmo  
0

count radku  
1

count tryskek  
1

bloky  
1

zaznam  
0

ZAZNAM  
0

bit0 bit1 bit2 bit3 bit4 bit5 bit6tk bit7radek

R Ypos Y out  
0 0 254.5

G Ypos  
0 0

B exposure (us)  
0 73

Y line period (us)  
0 75

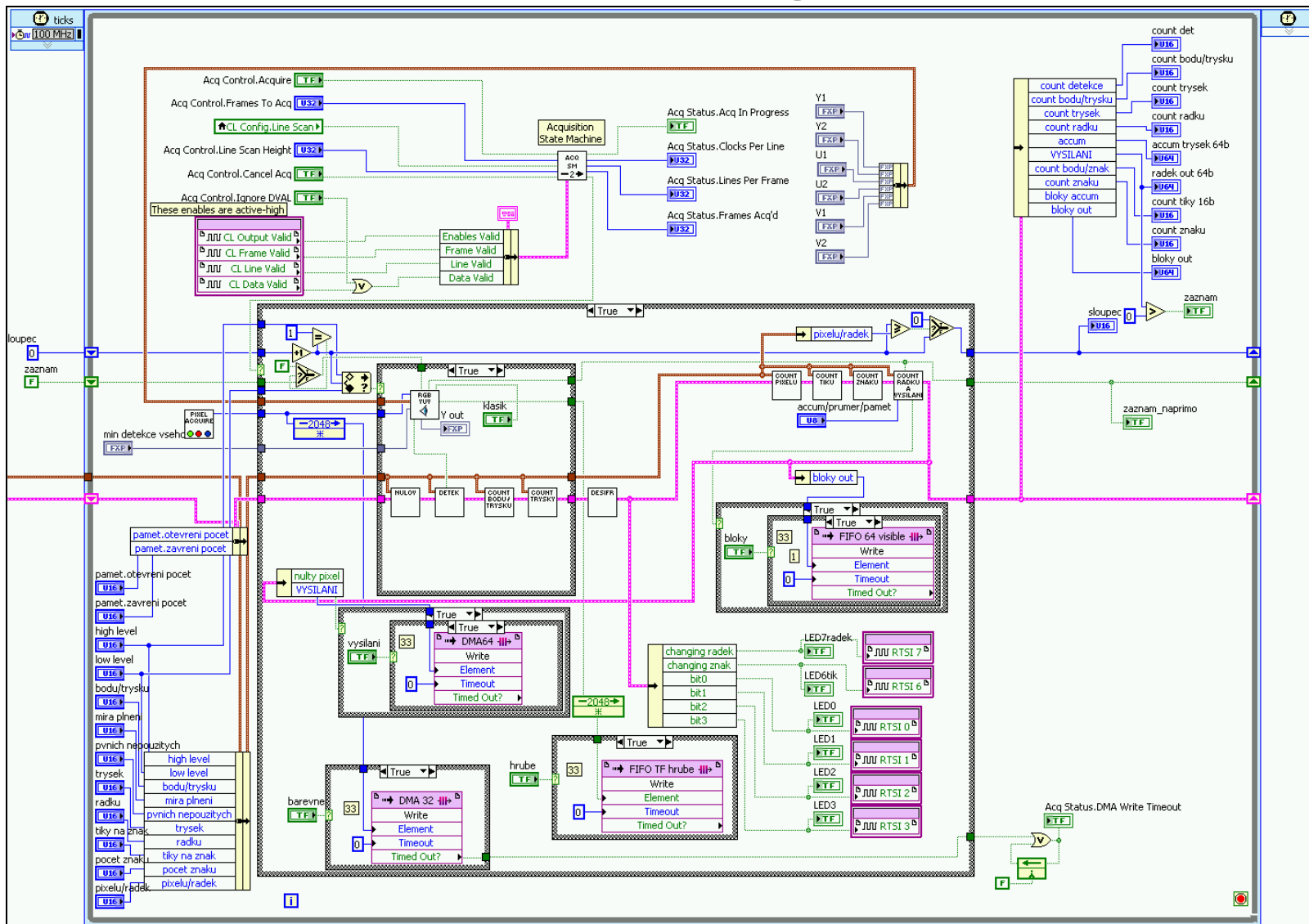
U pamet.zavreni pocet  
0 0

V pamet.otvreni pocet  
0 0

accum/prumer/pamet  
0 0

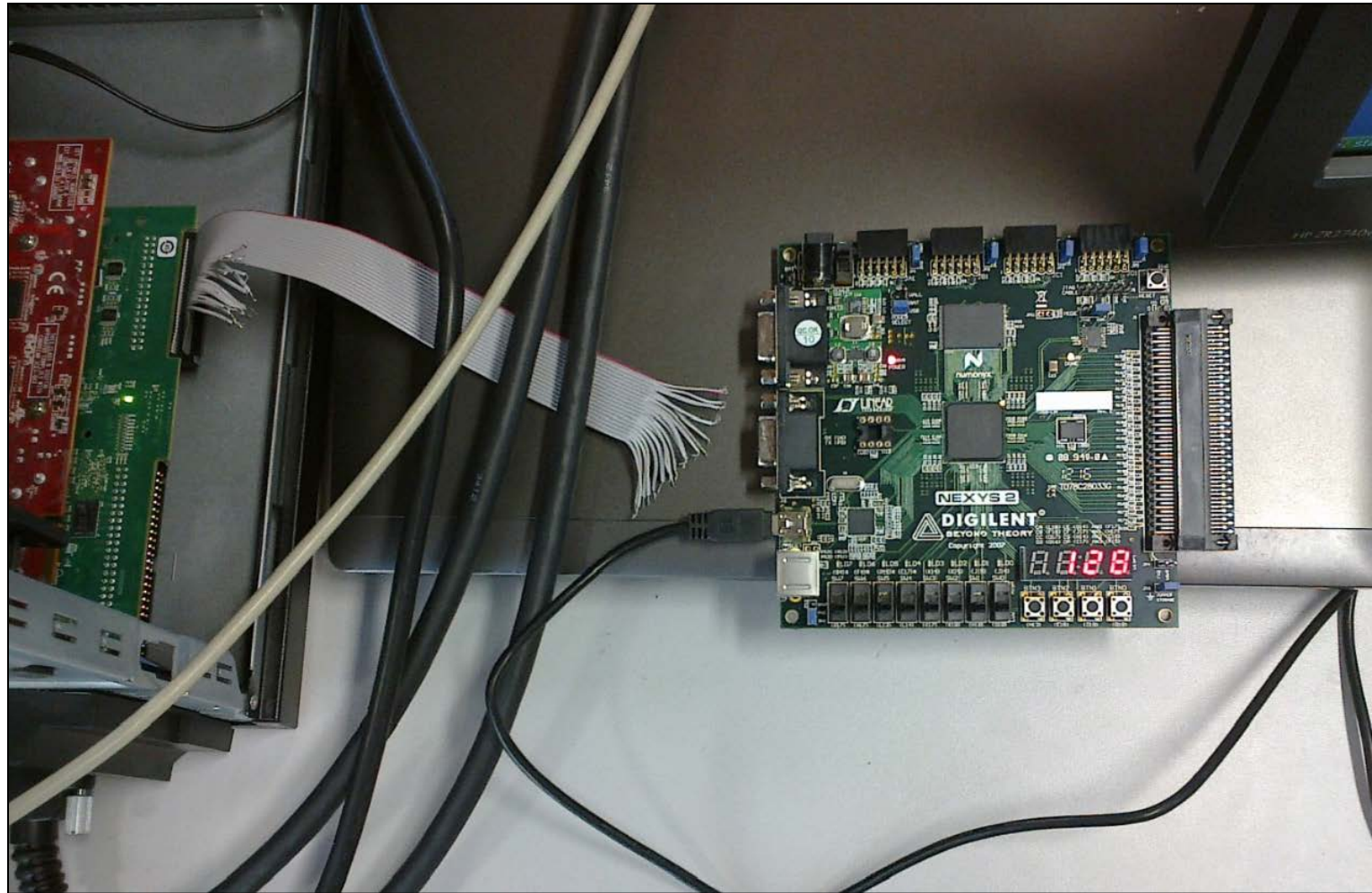
klasik

# Blokový diagram



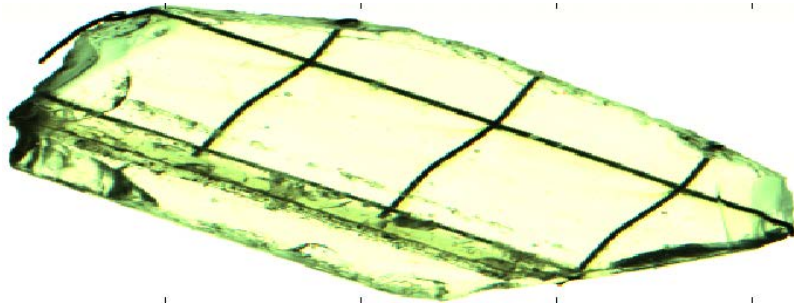


# FPGA překlad

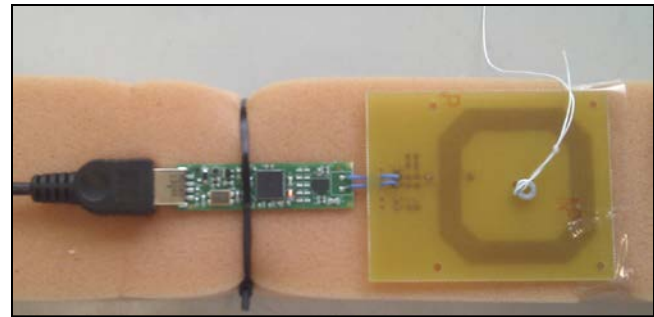


# Drátosklo

Vzorek



Detekční cívka



# Závěr

- Projekt v současnosti rozpracován
- Intenzivně pracujeme na těchto 3 bodech
  - Spolehlivá a rychlá detekce barev
  - Detekce drátoskla
  - Stavba mechanického modelu

# Děkuji za pozornost



## Otázky