



# Detection of objects in soccer



Lukas Sekerak



# Ciele projektu

- Detekcia lopty, jej pozícia na ihrisku
- Detekcia hráčov a ich rozoznávanie podľa tímu
- Detekcia gólu, penalty, offside a ďalších udalostí
- Detekcia vo futbalovom zaznáme

Ako? Využitie metód počítačového videnia a OpenCV



# Analýza

- Identifikovali sme 5 článkov
- Design of a video processing algorithm for detection of a soccer ball with arbitrary color pattern - R. Woering
- Soccer Ball Tracking using Dynamic Kalman Filter with Velocity Control - Jong-Yun Kim
- ISSI-NCR: Operation Agreement CNR-FIGC: New technologies to support referee



# Analýza pre Data set

- Video záznam z televízie – Ľahký prístup, malé rozlíšenie
- Video záznam z YouTube - 4K, 25 FPS video, Potreba statickej kamery
- Video záznam z výskumného projektu ISSI-NCR

## Čo nám poskytlí?

- 2min záznamy zo 6 statických kamier snímajúce rôzne časti ihriska
- Manuálne anotované objekty na video zázname
- Informácie o kalibrácii kamier, ich pozíciách



# Návrh a implementácia

OOP sme navrhli program, ktorý:

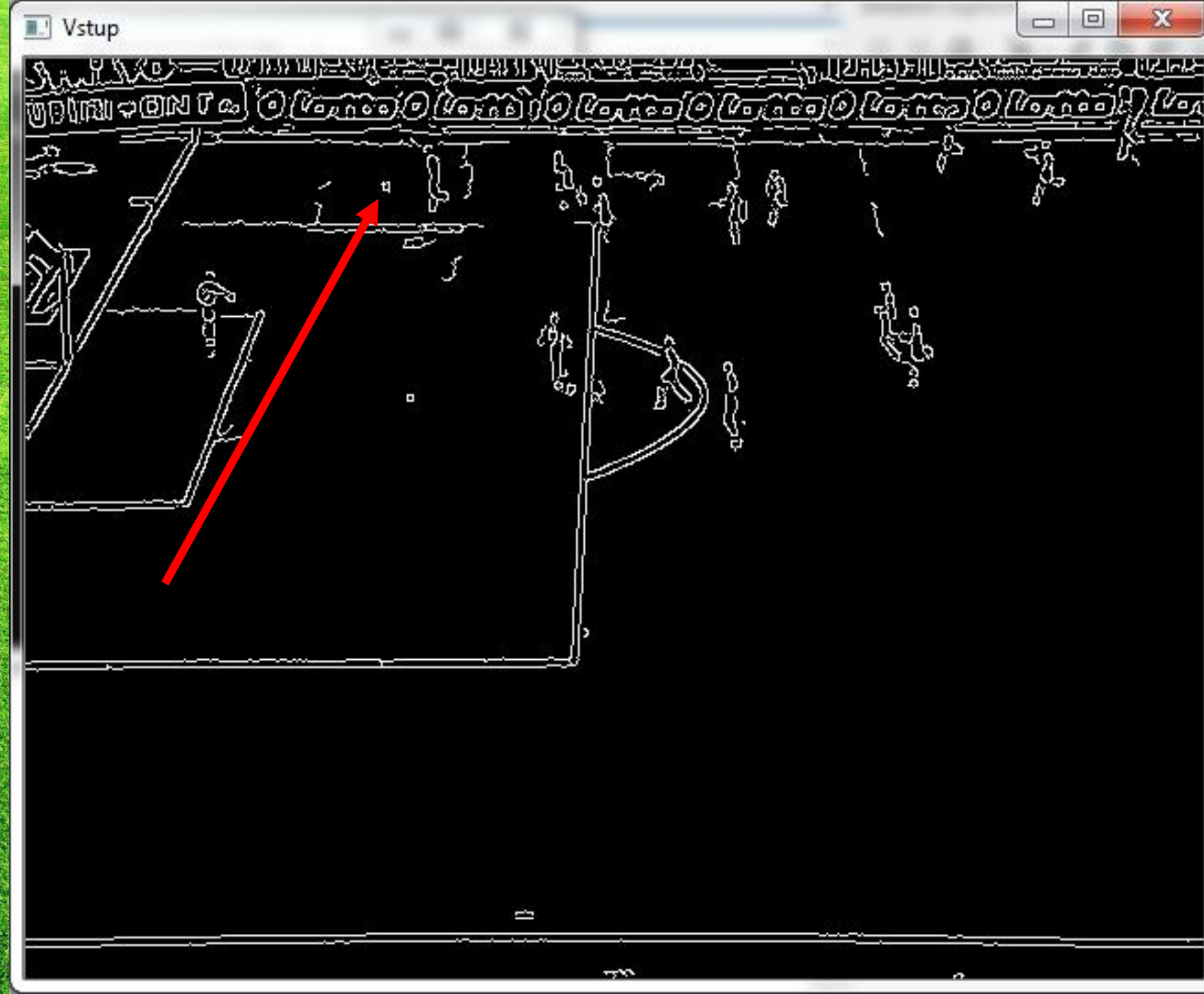
- Načítava video záznam a anotovaný súbor k nemu
- Prehráva synchronizovane video vo forme streamu frame-ov
- Posiela snímky do metód poč. videnia
- Stará sa o zobrazenie vstupu/ výstupu a debugovacích okien

Metódy počítačového videnia sme používali pri prototypení



# Prototyp 1

- Gray farba
- Canny detektor



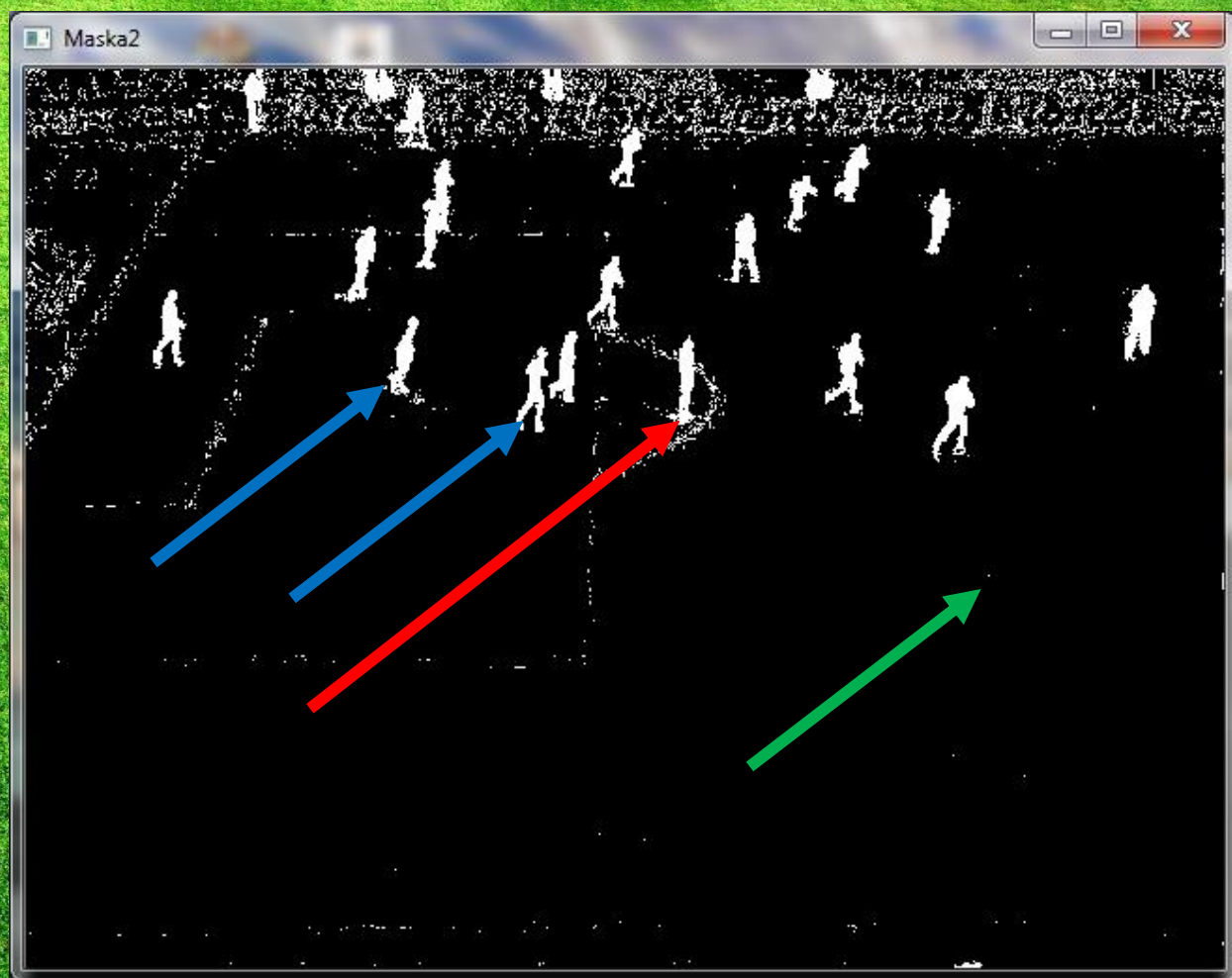
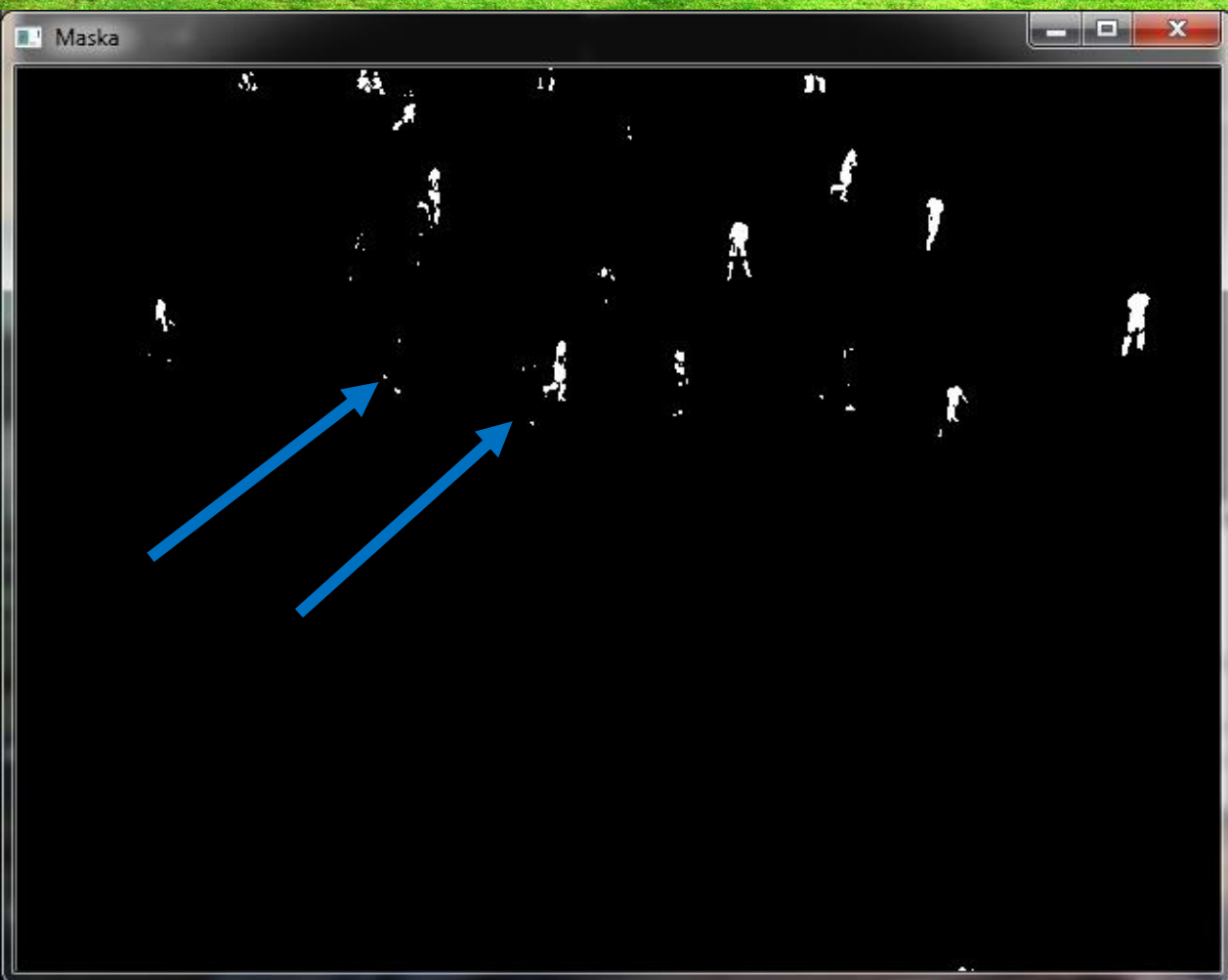


# Prototyp 2

Detekcia pohybu a porovnanie algoritmov



# Mixtures of Gaussian 1 (vľavo) a 2 (vpravo)





# Mixtures of Gaussian pozadie vpravo



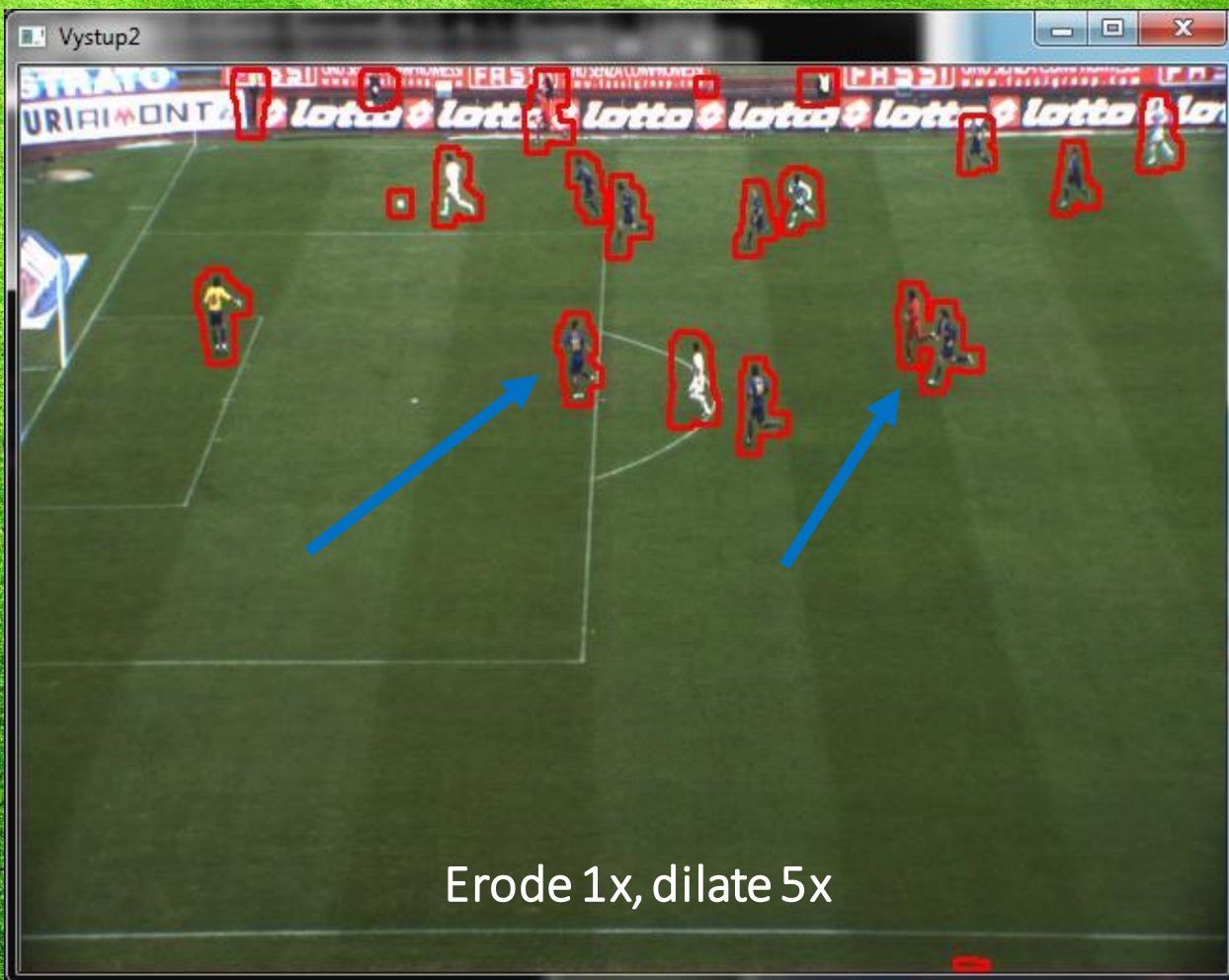
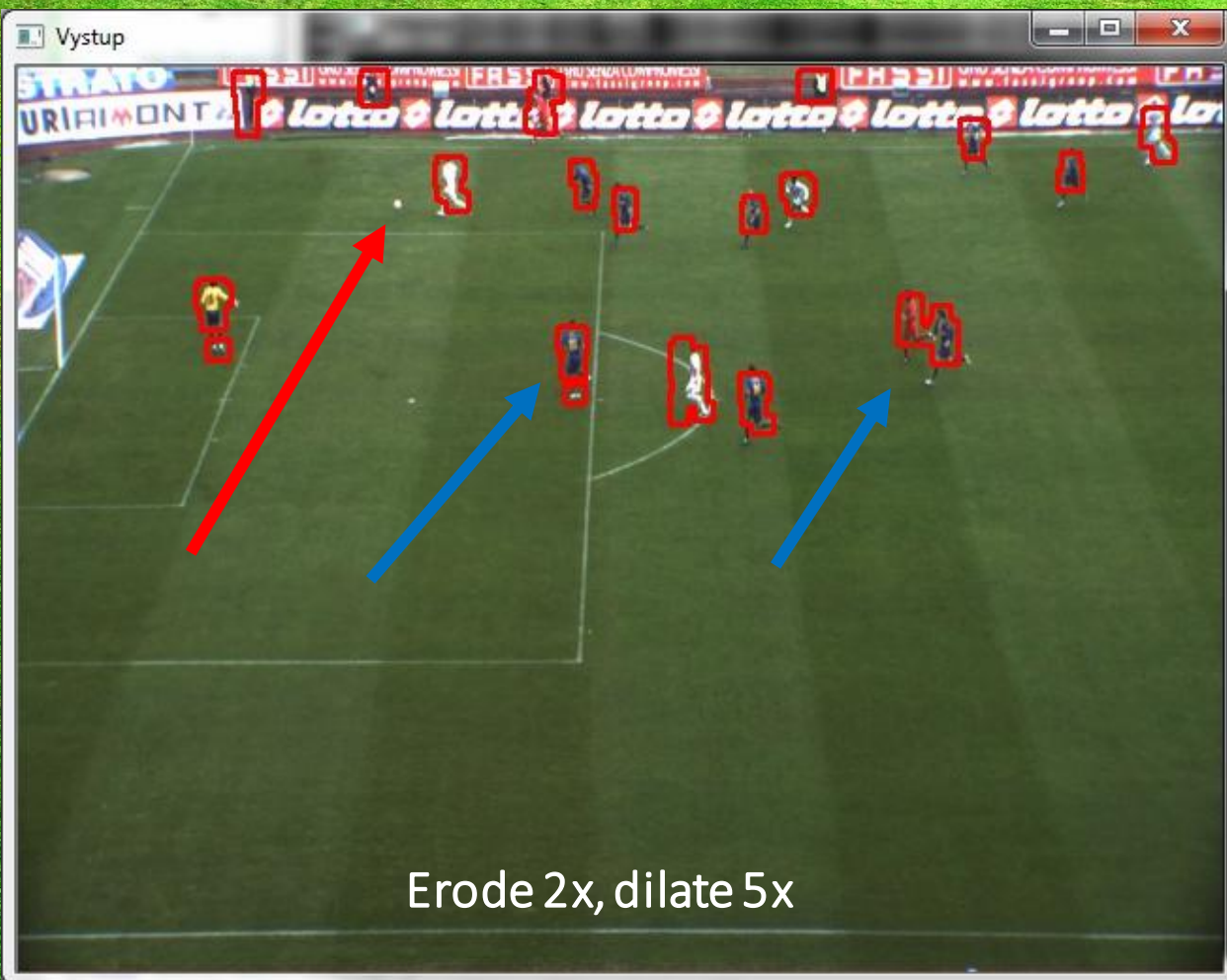


# Prototyp 3

Využitie masky z detekcie pohybu



# Maska spracovaná a nájdené kontúry





# Prototyp 4

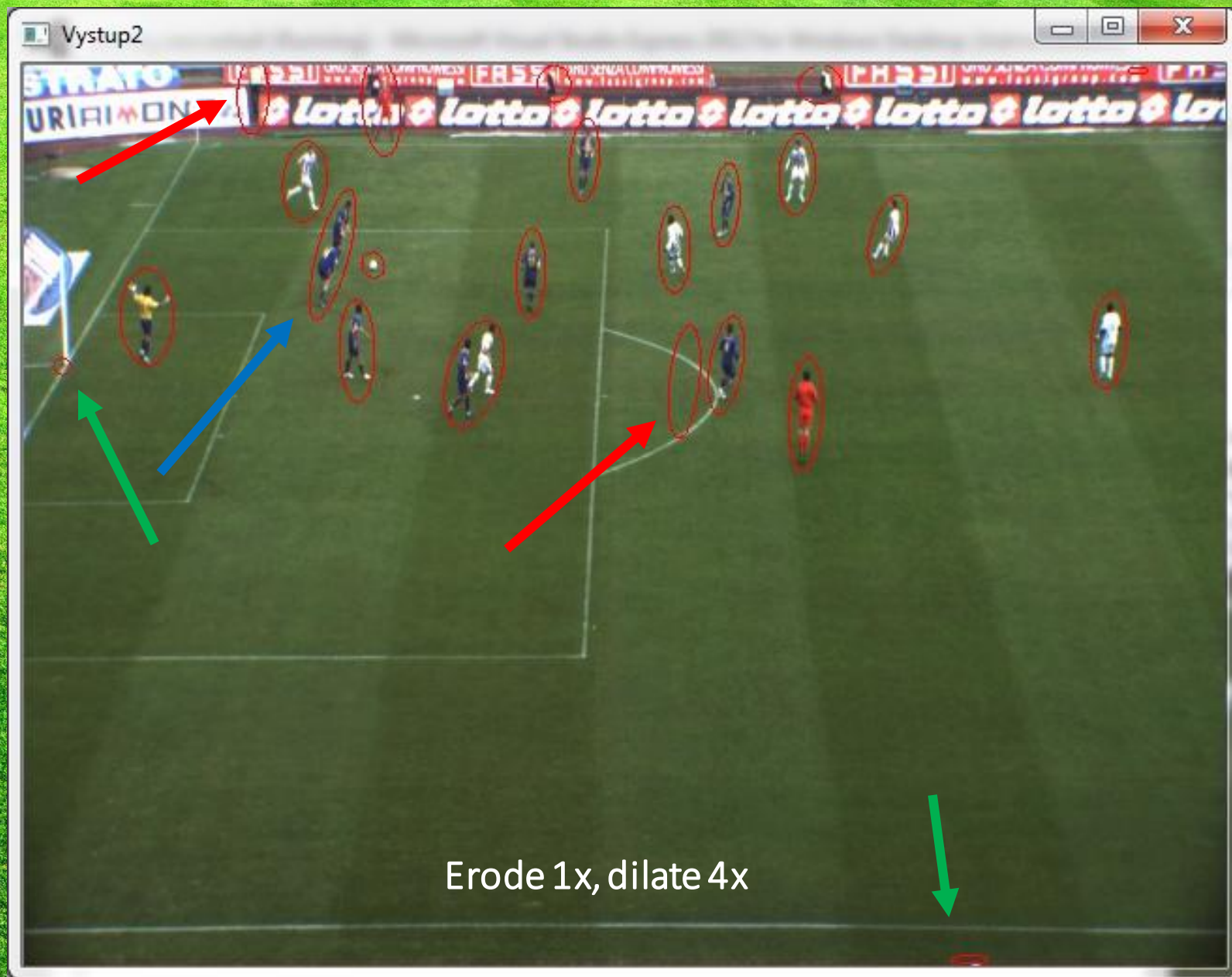
Definovanie a riešenie aktuálnych problémov



- Červenou šípkou sú objekty, ktoré sú falošne detegované.

- Modrou je problém, keď 2 hráči sú blízko seba

- Zelenou sú artefakty kamery (vietor). Objekty sú veľmi malé a zjavajú sa krátko.

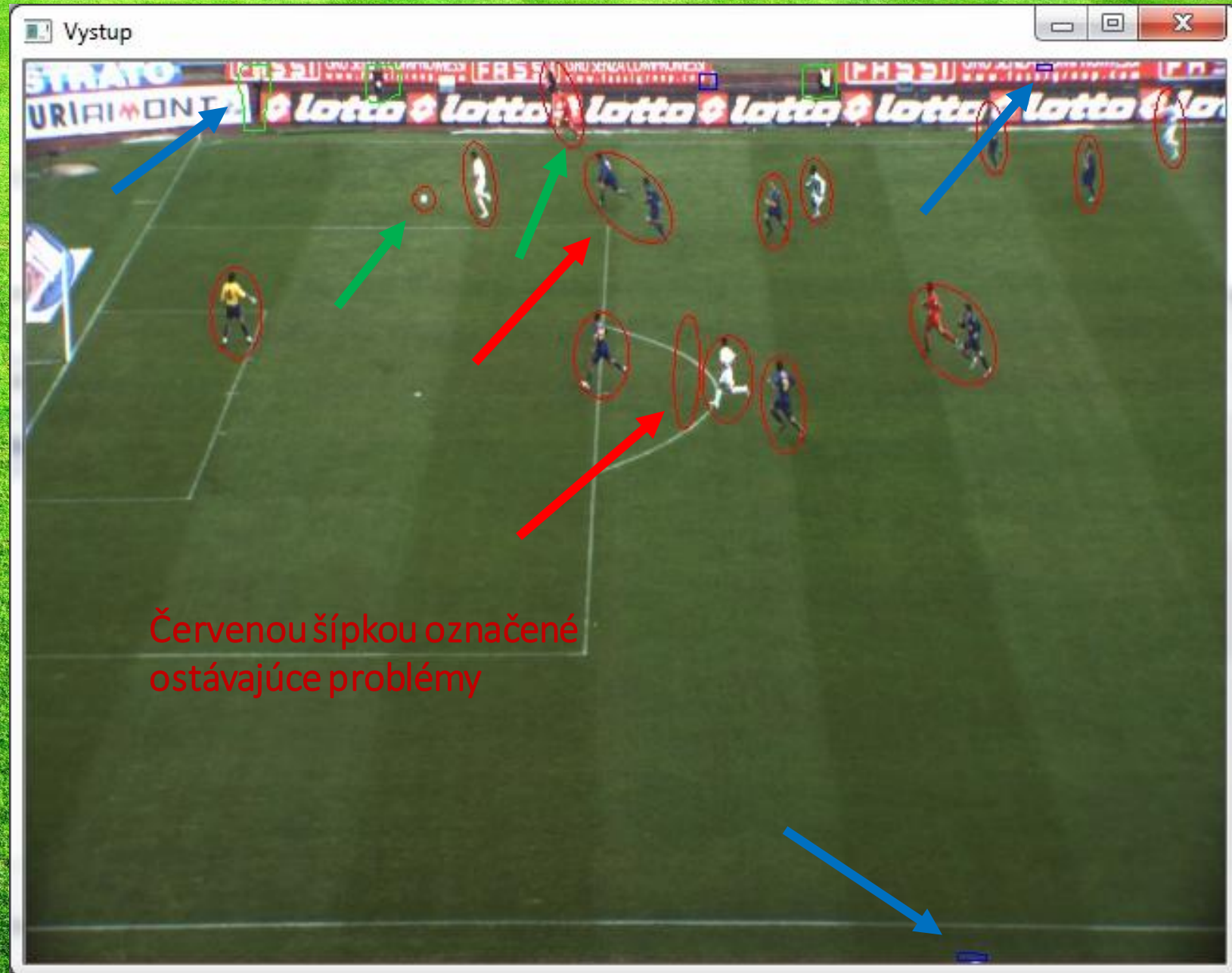




- Artefakty detegované cez min. počet pixelov v kontúre a min. veľkosť oblasti (modrou farbou)

- Ľudia za bannerom odstránení cez prienik pixelov s ROI (zelená)

- Lopta stále spĺňa podmienky a čiarový rozhodca nebol odstránený





# Falošne pozitívny objekt

Červenou šípkou je označený falošne pozitívny objekt. Objekt ktorý sa po dlhšej dobe stane statický?





# Falošne pozitívny detegovaný objekt

- Problém v procese učenia
- MOG2 algoritmus sa učil na 3 prvých snímkach, learning rate 0.1
- Teraz sa učí na prvých 200 snímkach, learning rate 0.9
- To znamená, že si rýchlo všíma zmeny (pohyby) ale tie dlhodobé ignoruje (pohyb trávy)
- Po procese učenia, sa stream videa reštartuje



# Prototyp 5

Implementácia pomocných nástrojov



# Pomocné ovládanie pre analýzu za behu

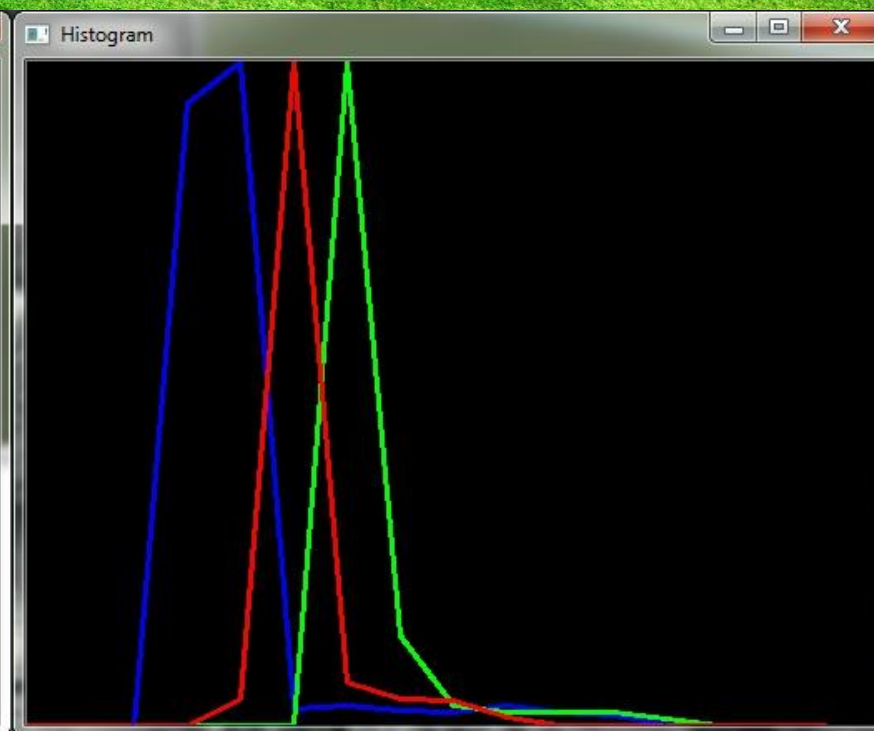
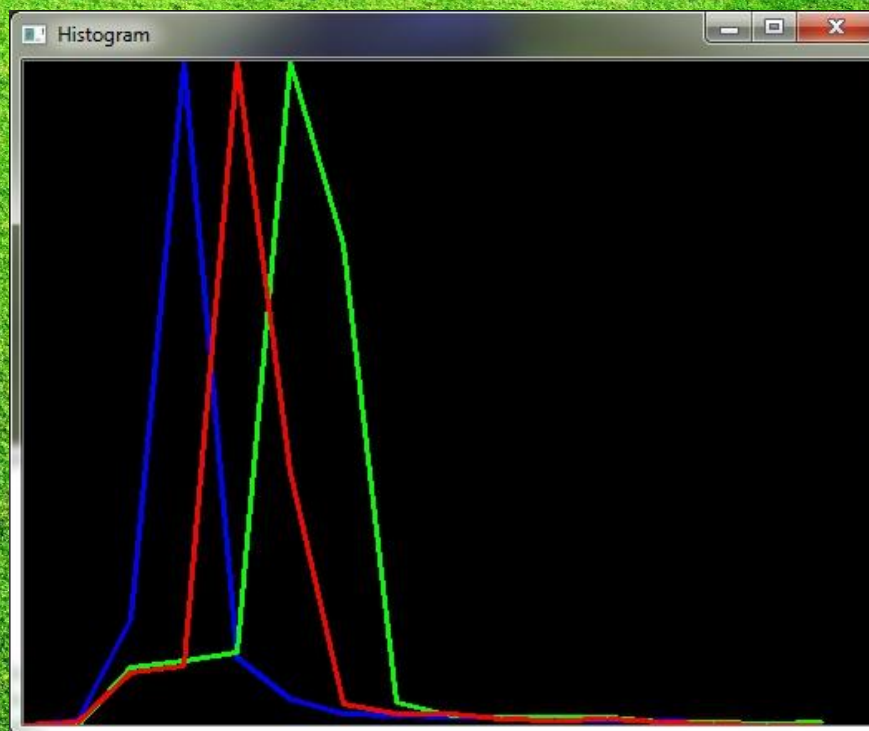
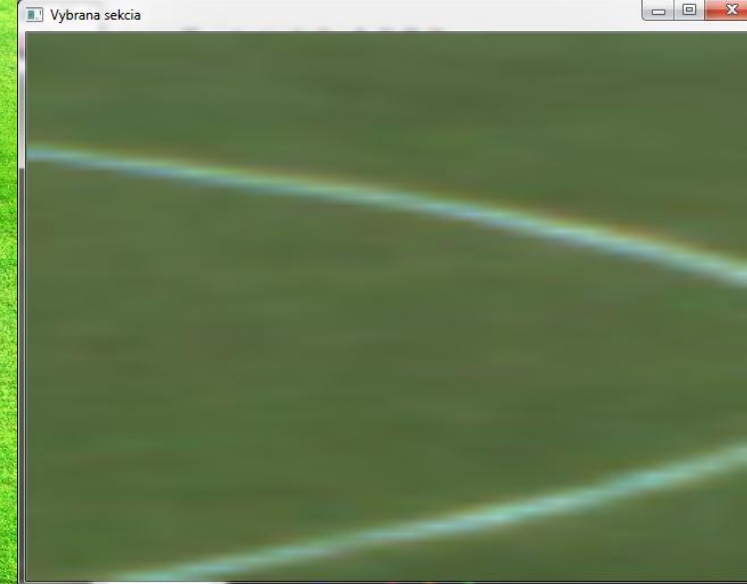
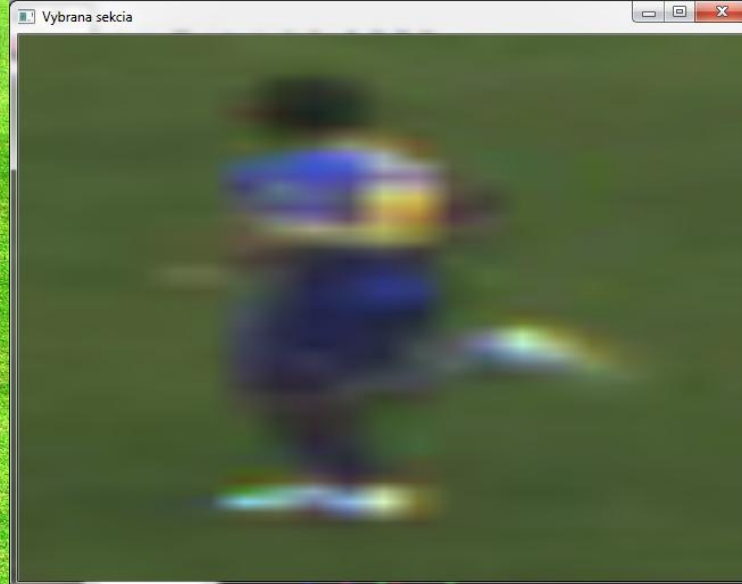
- V debugu je možné pozastaviť stream tlačidlom **S**.
- Tlačidlom **W** sa zapne ROI oblasť.
- Tlačidlom **Q, E** môžeme vybrať ROI.
- Tlačidlom **F** sa zapne debug vykresľovanie artefaktov.



# ROI oblasť

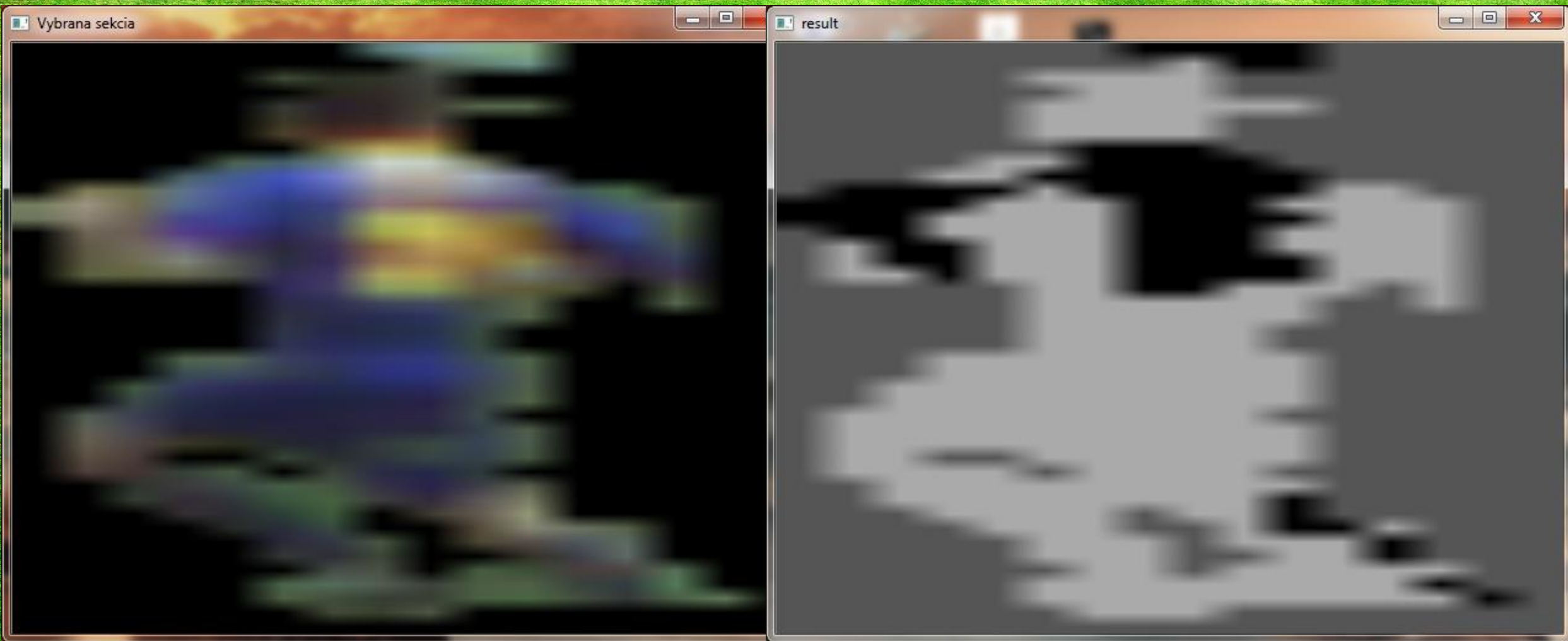
ROI oblasť sa zvýrazní a vypočíta sa pre ňu:

- histogram farieb
- clustering





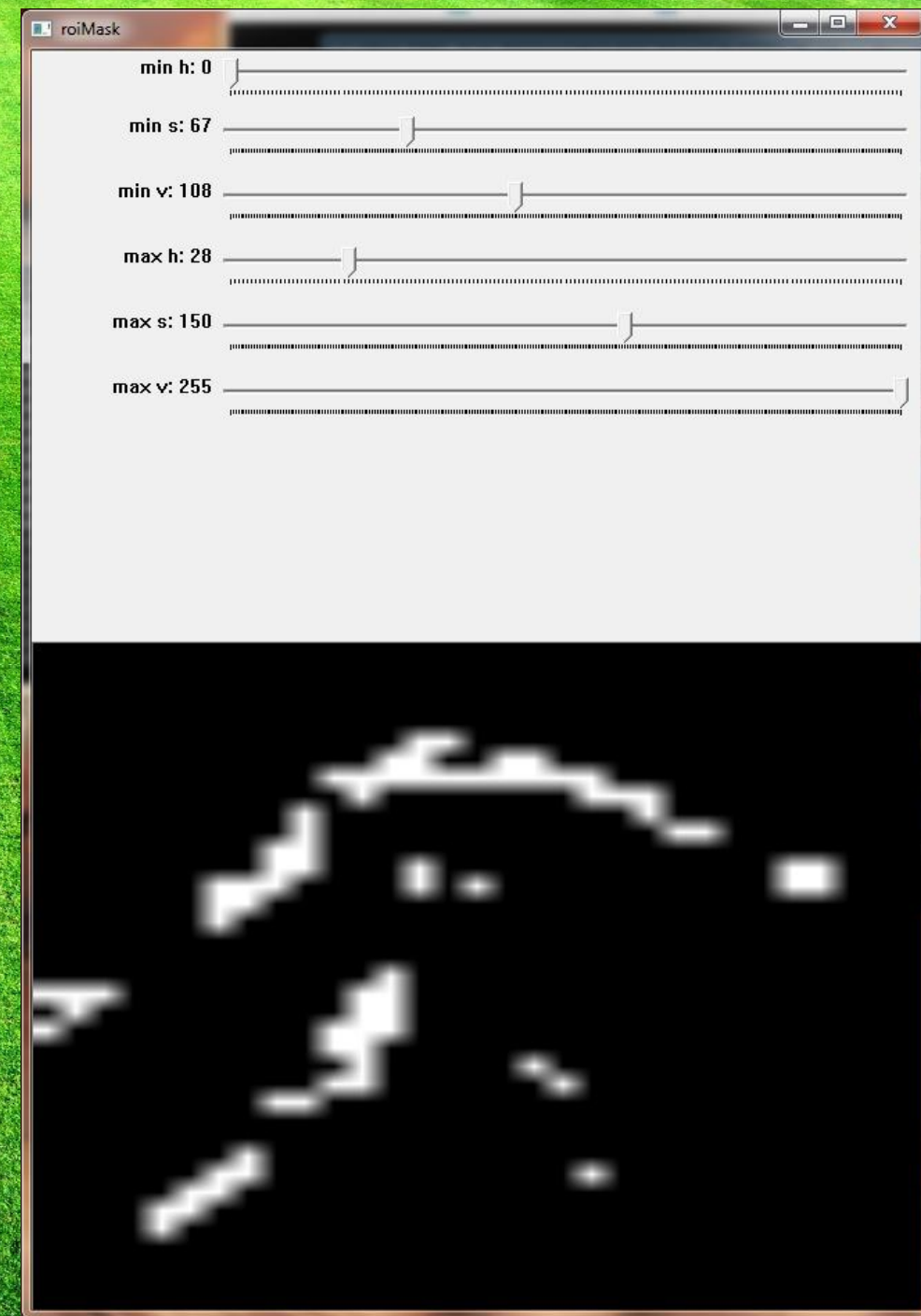
# ROI oblasť clustering farieb





# ROI oblasť threshold panel

- Určený pre analýzu farieb v ROI
- V dolnej časti sa zobrazí maska

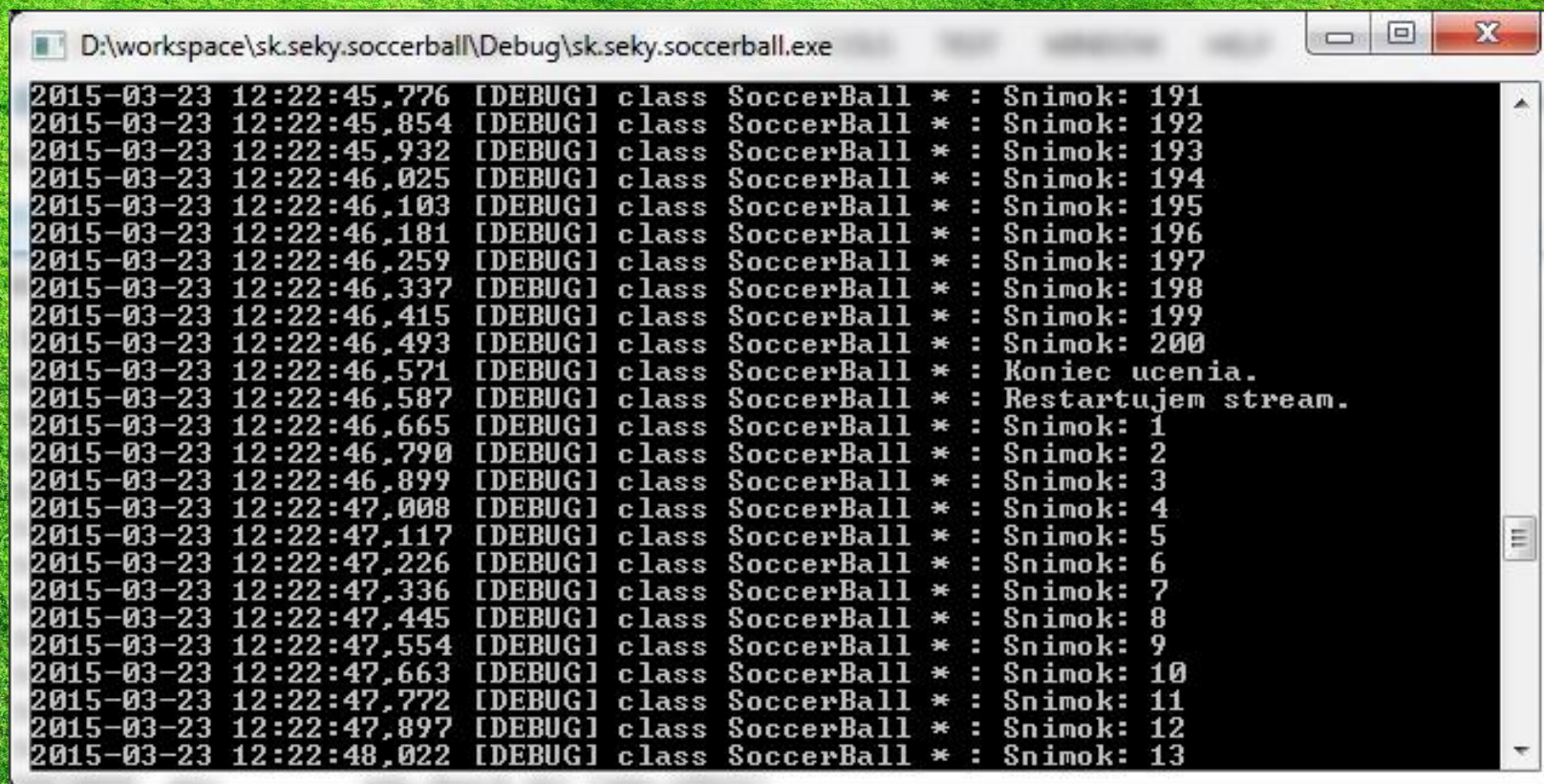




# Pomocná konzola

Výpis informácie o:

- procese učenia
- spracovaní snímku
- nájdených objektoch
- pozíciách objektu



```
D:\workspace\sk.seky.soccerball\Debug\sk.seky.soccerball.exe
2015-03-23 12:22:45,776 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 191
2015-03-23 12:22:45,854 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 192
2015-03-23 12:22:45,932 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 193
2015-03-23 12:22:46,025 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 194
2015-03-23 12:22:46,103 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 195
2015-03-23 12:22:46,181 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 196
2015-03-23 12:22:46,259 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 197
2015-03-23 12:22:46,337 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 198
2015-03-23 12:22:46,415 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 199
2015-03-23 12:22:46,493 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 200
2015-03-23 12:22:46,571 [DEBUG] class SoccerBall * : Koniec ucenia.
2015-03-23 12:22:46,587 [DEBUG] class SoccerBall * : Restartujem stream.
2015-03-23 12:22:46,665 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 1
2015-03-23 12:22:46,790 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 2
2015-03-23 12:22:46,899 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 3
2015-03-23 12:22:47,008 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 4
2015-03-23 12:22:47,117 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 5
2015-03-23 12:22:47,226 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 6
2015-03-23 12:22:47,336 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 7
2015-03-23 12:22:47,445 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 8
2015-03-23 12:22:47,554 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 9
2015-03-23 12:22:47,663 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 10
2015-03-23 12:22:47,772 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 11
2015-03-23 12:22:47,897 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 12
2015-03-23 12:22:48,022 [DEBUG] class SoccerBall * : Snimok: 13
```



# Prototyp 6

Segmentácia ihriska a hráčov

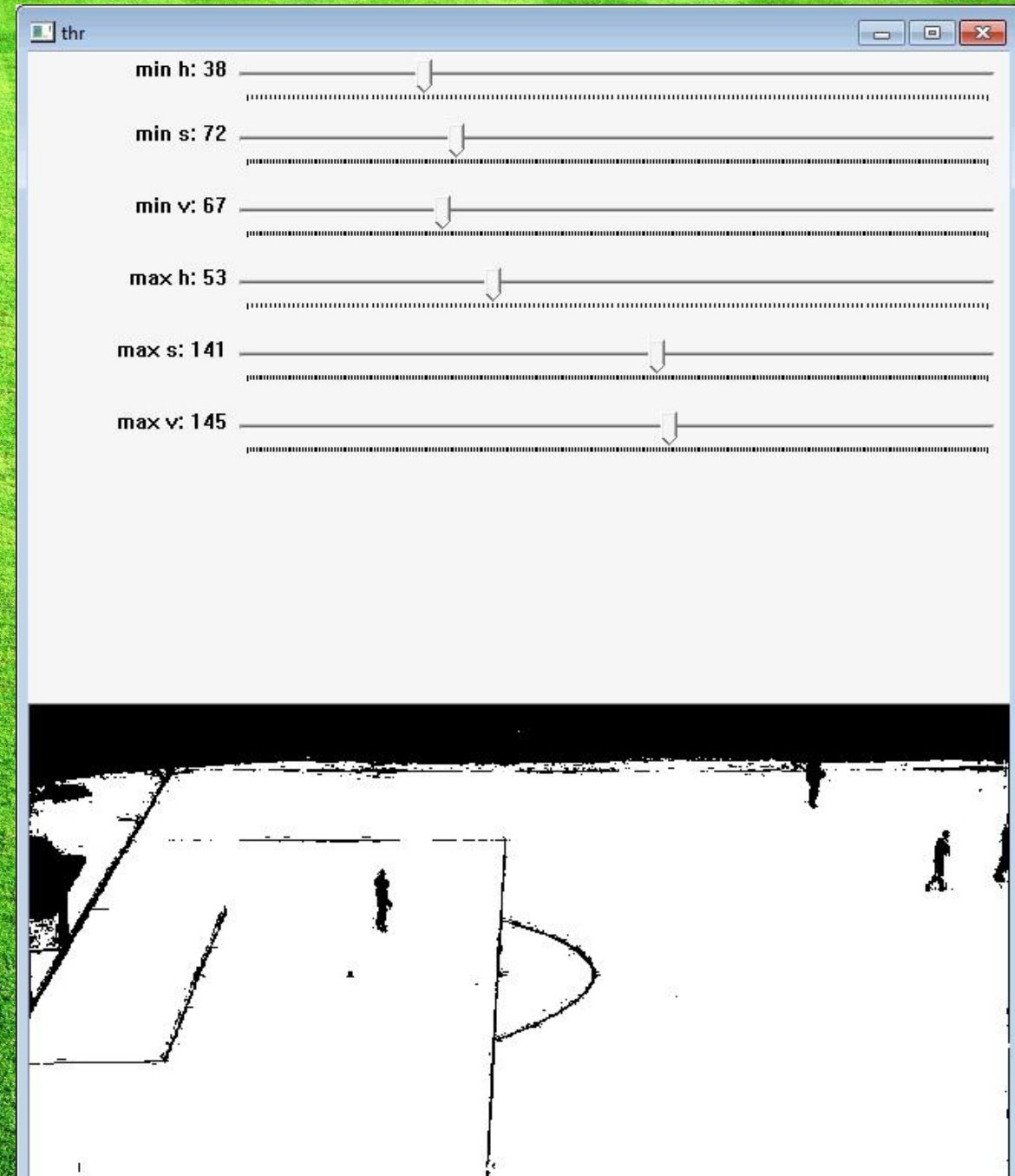


# Segmentácia ihriska

- Identifikovali sme hodnoty pre farbu tráv cez farebný priestor:

HSV  
LAB

- Dosiahli sme celkom dobrý výsledok na HSV priestore.





# Segmentácia ihriska

- Skombinovali sme masku pohybu a ihriska
- Nemusíme tak extrémne dilatovať a erodovať

*To znamená lepšie hranice medzi hráčmi, takmer žiadne skupiny.*

*Hráč je vysegmentovaný bez trávy*

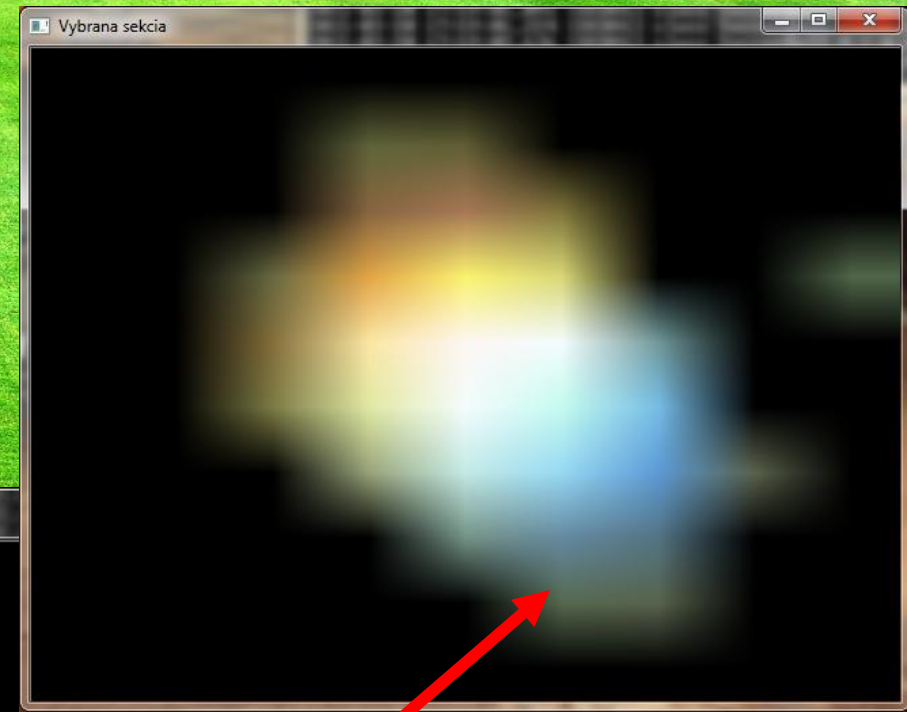
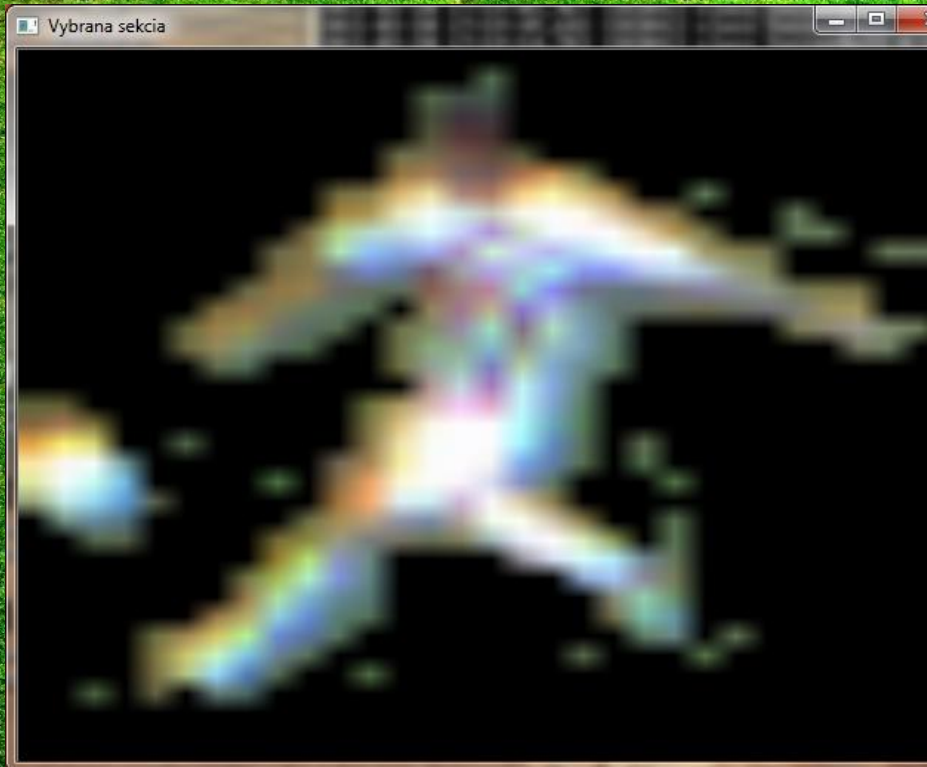
*Skoro žiadne artefakty!*





# Segmentácia hráčov

- Vďaka maske ihriska je to super kvalitné





# Prototyp 7

Kategorizácia hráčov podľa farby



# Problémy pri prototype 7

```
enum DetectedObjectType {  
    UNKNOWN,  
    ARTEFACT,  
    BANNER,  
    PERSON, //out of playground  
    GOAL_KEEPER_A,  
    GOAL_KEEPER_B,  
    PLAYER_A,  
    PLAYER_B,  
    REFEREE,  
    BALL  
};
```

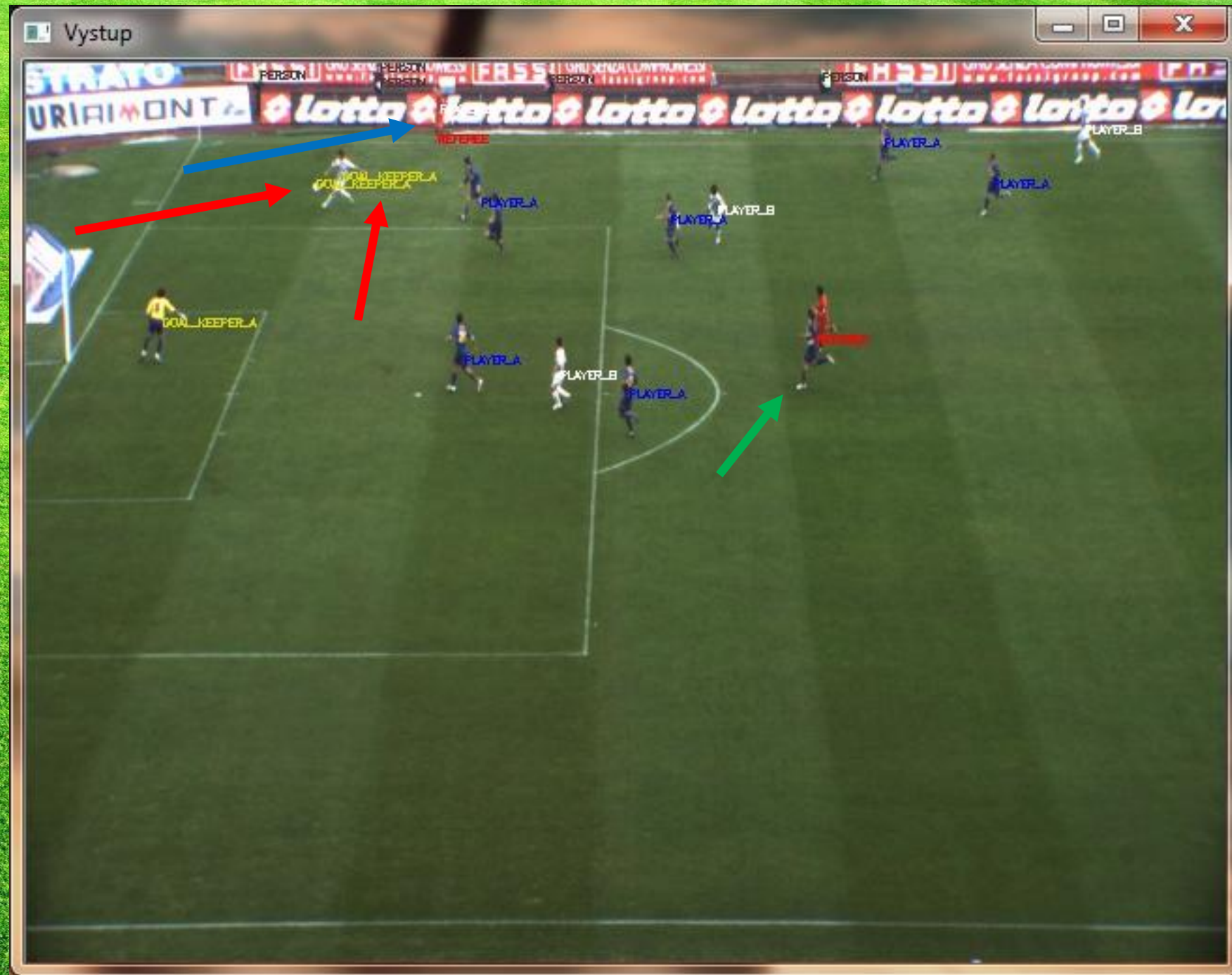
- Kategorizácia hráčov podľa farby. Aké farby zvoliť?
  - Za pomoci threshold baru sme vybrali najreprezentatívnejšie intervaly.
  - Na objekte vypočítame histogram farieb, tu najlepšiu vyberieme.



- Červená šípka  
Hráč v dobrom  
osvetlení sa podoba  
viac na žltú ako bielu.

- Modrá šípka  
Rozhodca prechádza  
pred bannerom, čo  
spôsobuje problémy.

- Zelená šípka  
Skupinu osôb.







Segmentácia hráčov a ich kategorizácia





Prototyp 8

Motion tracker



# Problémy pri prototype 8

- hráči sa neustále otáčajú, hýbu nepredvídateľne
- sparse feature detector, calcOpticalFlowPyrLK je na konkrétne pixely
- goodFeaturesToTrack – nepoužiteľné, málo hrán, hráča predstavujú 2-3 homogénne oblasti
- cornerSubPix – zbytočné pre náš projekt
- findNonZero – obsahuje bug
- Potrebujeme systém na párovanie objektov medzi snímkami



# Prototyp 8 entity

```
class FrameObject {  
    RotatedRect m_boundary;  
    vector<Point> m_countour;  
    DetectedObjectType type;  
    FrameObject* m_previous;  
}
```

```
class TraceTrack {  
    vector<Point2f> points[2];  
    FrameObject* tracing;  
};
```

```
vector<TraceTrack*> m_footprints;
```

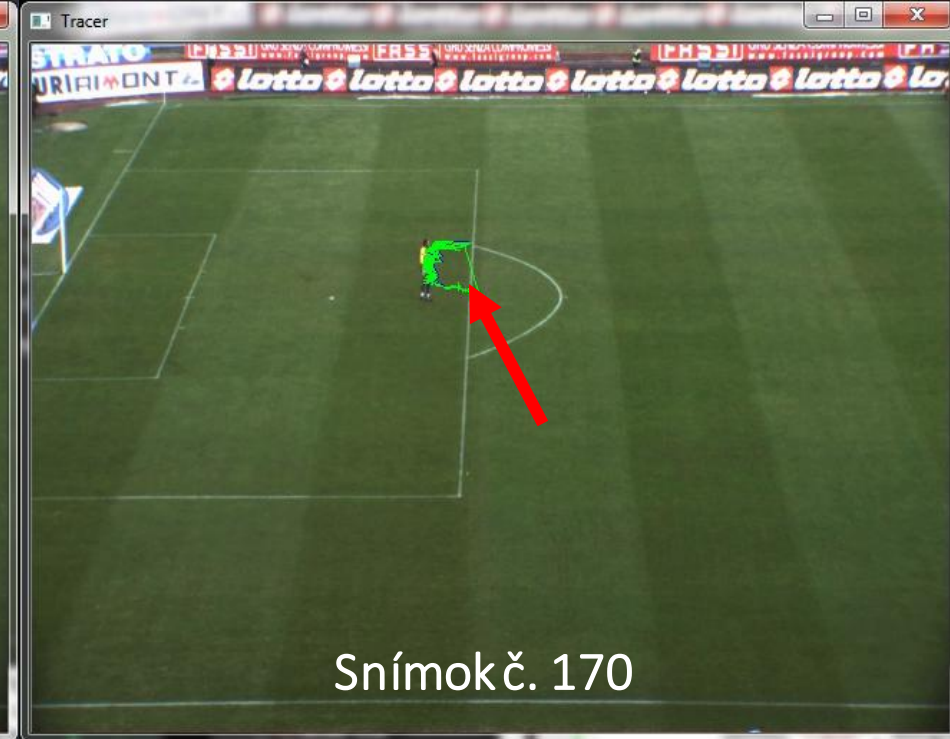
- Potrebujeme si ukladať informácie o objektoch na snímke
- Následne pozície (pixely) pre sledovanie
- A históriu pohybu objektu
- Môžeme sledovať N objektov



# Algoritmus sledovania

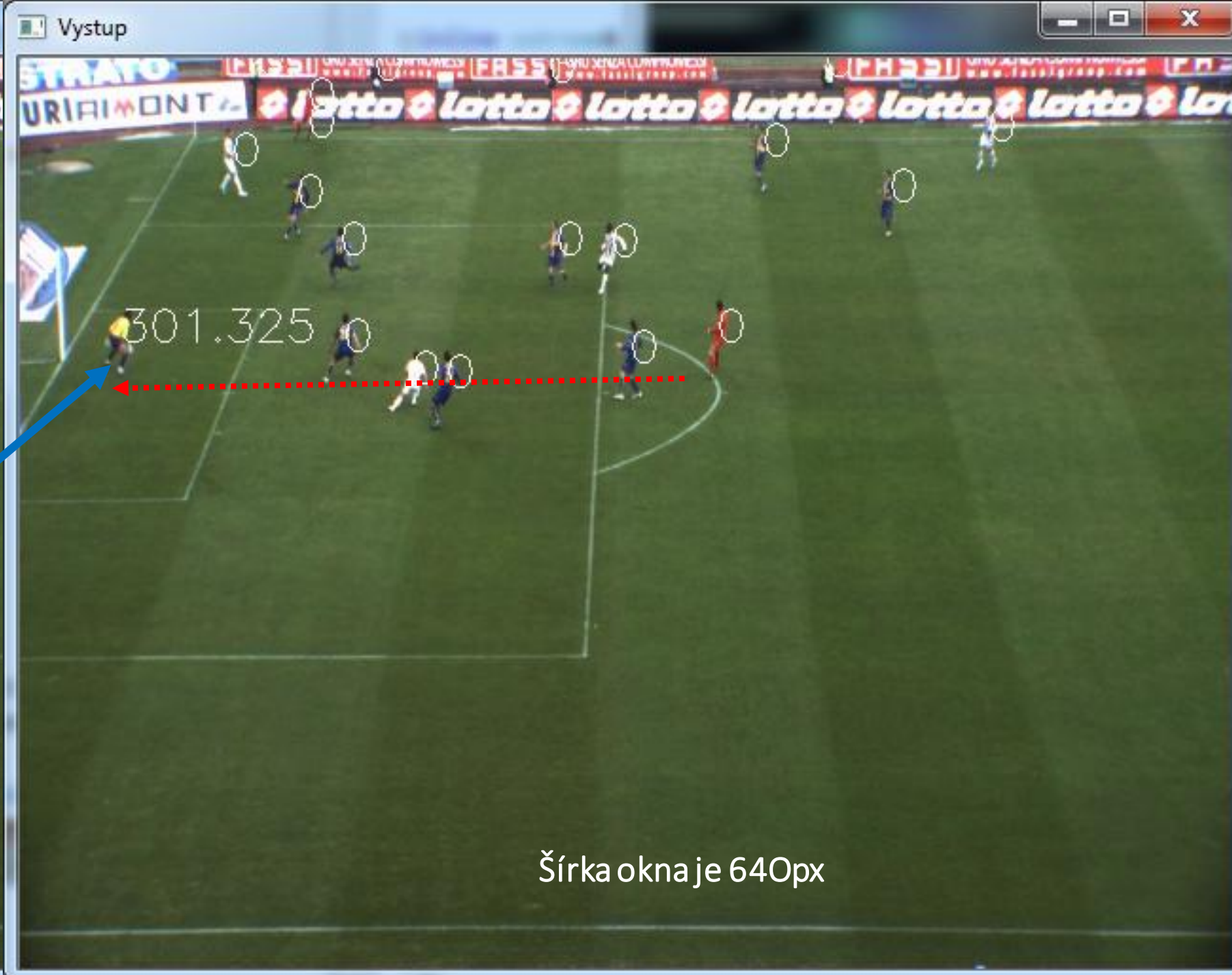
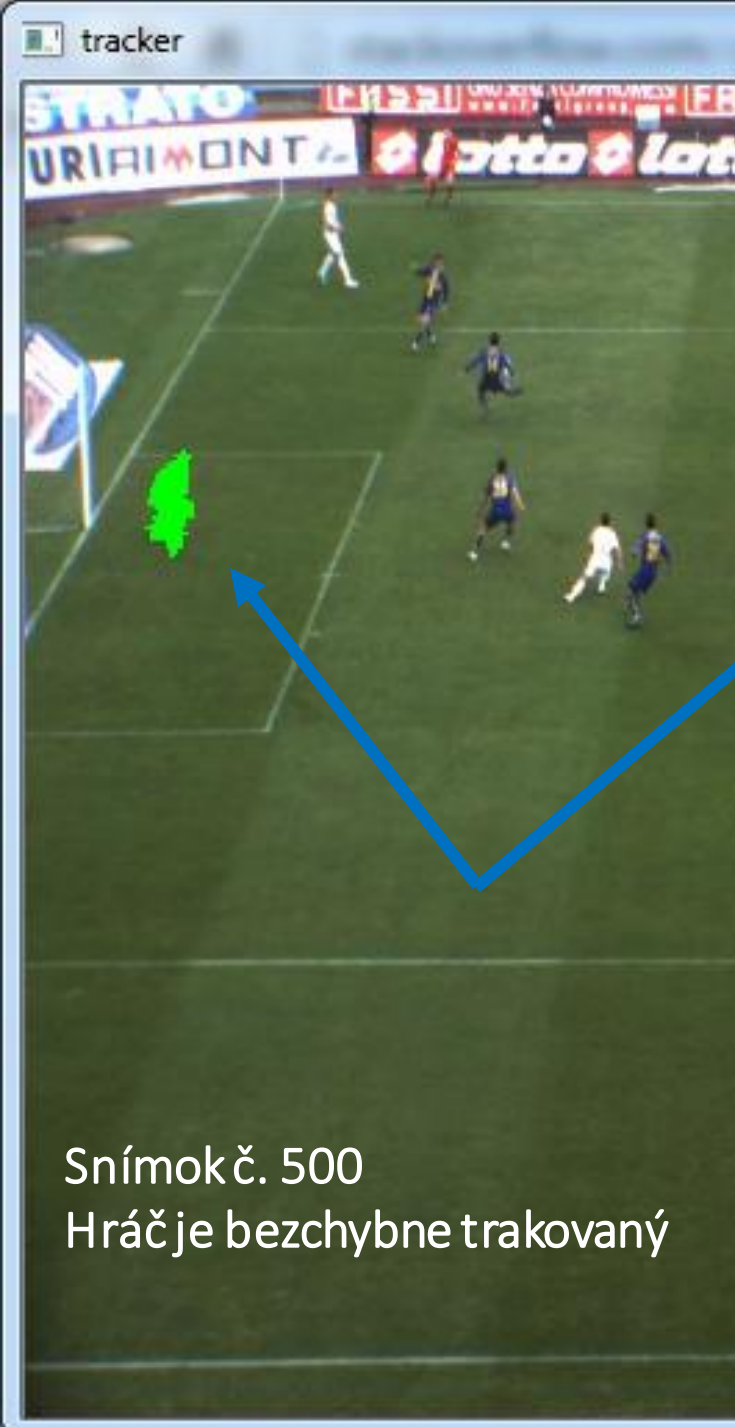
- Používateľ klikne na objekt, ten sa pridá do zoznamu
- Detegovaný objekt sa začne sledovať, keď je určitého typu
- Uložíme si objekt, jeho kontúru, jeho pozíciu, pixely v kontúre
- V ďalšom snímku ....
- Mapujeme staré pozície každého pixelu v objekte na nové cez `calcOpticalFlowPyrLK`
- Niektoré pixely sa stratia, zvyčajne to je 0.1%
- Keď stratím viac ako 30 % pixelov, tak som ten objekt stratil





- Detegujem nové objekty a porovnám si ich pozície s mapovanými
- Keď sedí 90% pozícií, tak detegovaný objekt je vlastne ten istý zo starej snímky
- Každý 10 snímok je vhodné nahradiť trakované body za body z objektu







A high-resolution photograph of a well-maintained green lawn. The grass is a vibrant green, and there are distinct, slightly lighter green diagonal stripes running across the field, likely from a lawnmower. The text 'Ukážka programu' is centered in the middle of the image in a white, sans-serif font.

Ukážka programu

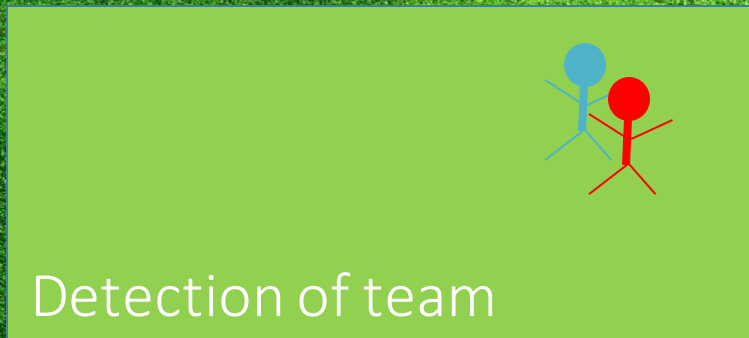
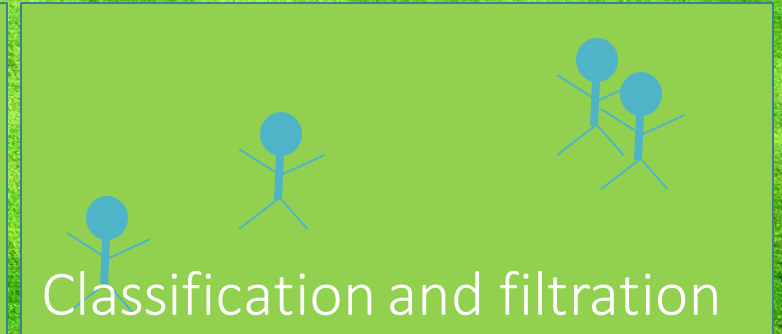
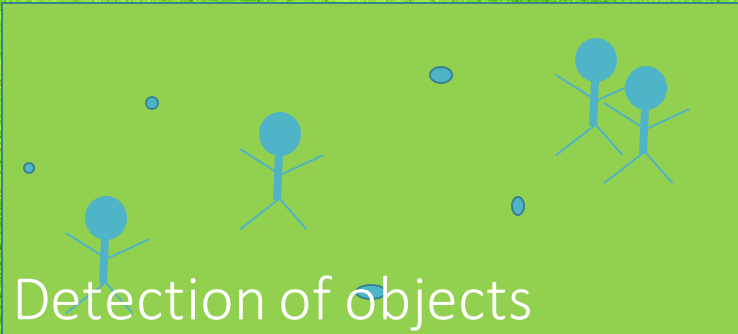


A high-resolution photograph of a well-maintained green lawn. The grass is a vibrant green, and the image shows distinct diagonal stripes from a lawnmower, alternating between slightly lighter and darker shades of green. The perspective is from a low angle, looking across the grass.

Záver



# Summary





# Nedostatky

- Nerozoznávam hráčov podľa čísla dresu, treba lepšie rozlíšenie a viac kamier
- Nerozoznávam udalosti - ďalší projekt
- Algoritmus vyžaduje konštanty (thresholdy) - natrénovanie algoritmu pred zápasom (stačí 10 sec pohľad na prázdne ihrisko)



# Referencie:

T. D'Orazio, M.Leo, N. Mosca, P.Spagnolo, P.L.Mazzeo

A Semi-Automatic System for Ground Truth Generation of Soccer Video Sequences in the Proceeding of the 6th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Surveillance, Genoa, Italy September 2-4 2009

<https://github.com/sekys/sk.seky.soccerball>



Ďakujem, za pozornosť

