



Segmentace buněk pořízených fluorescenčním mikroskopem

Petr Fridrich, Zbyšek Posel

Katedra informatiky, PŘF UJEP

Zbysek.posel@ujep.cz



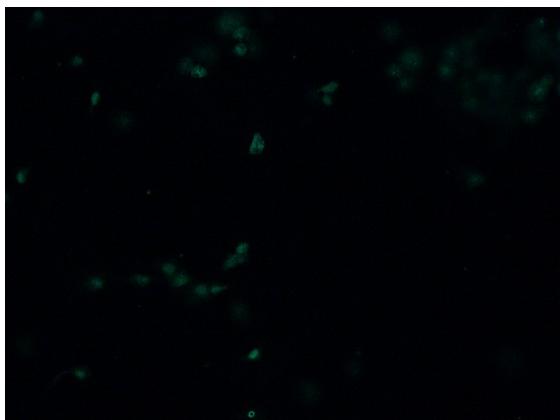
Cíle & nástroje

Provést automatickou detekci buněk z fluorescenčního mikroskopu

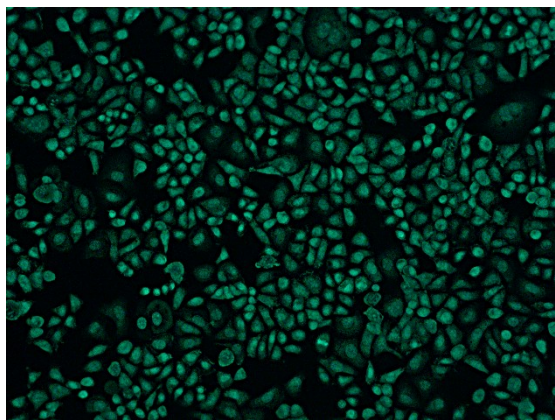
Využití matematických metod (morfologické operátory, tvarové faktory, klastrová analýza) a programovacích nástrojů (Python aj.)

Analyzované systémy

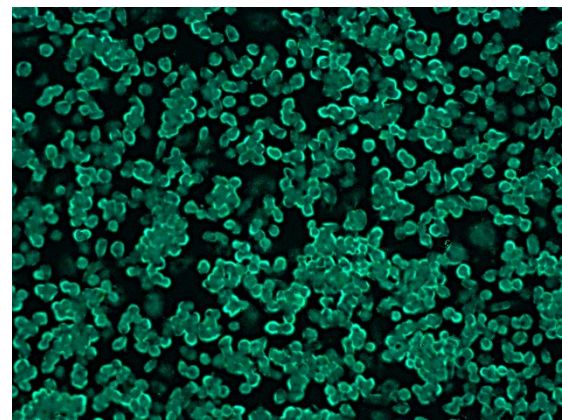
Nízká hustota



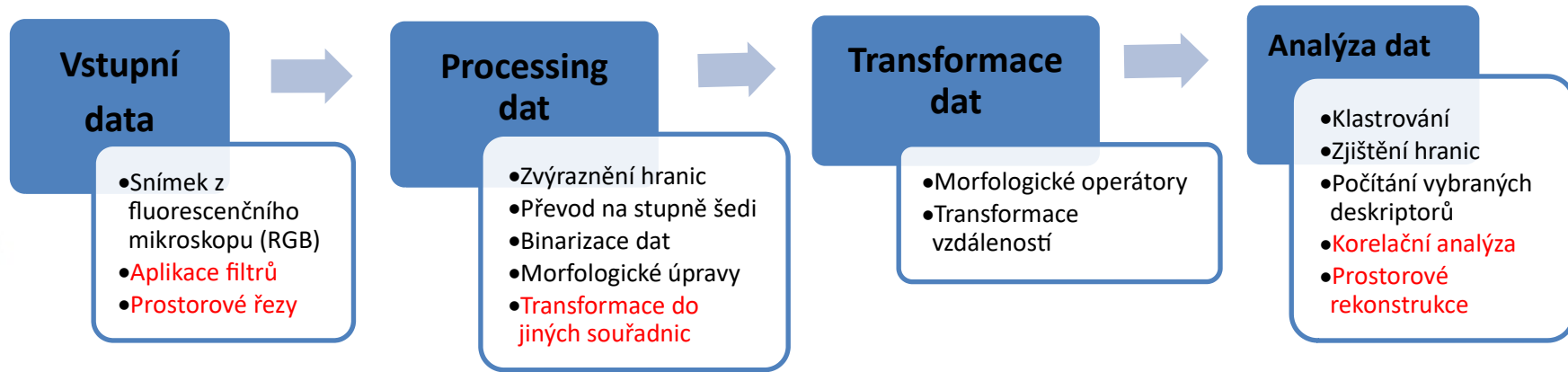
Střední hustota



Vysoká hustota

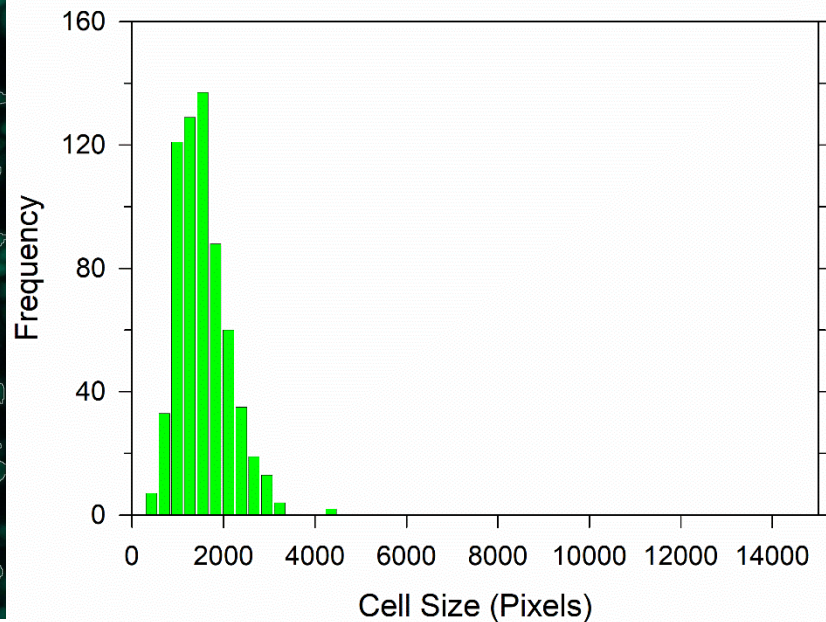
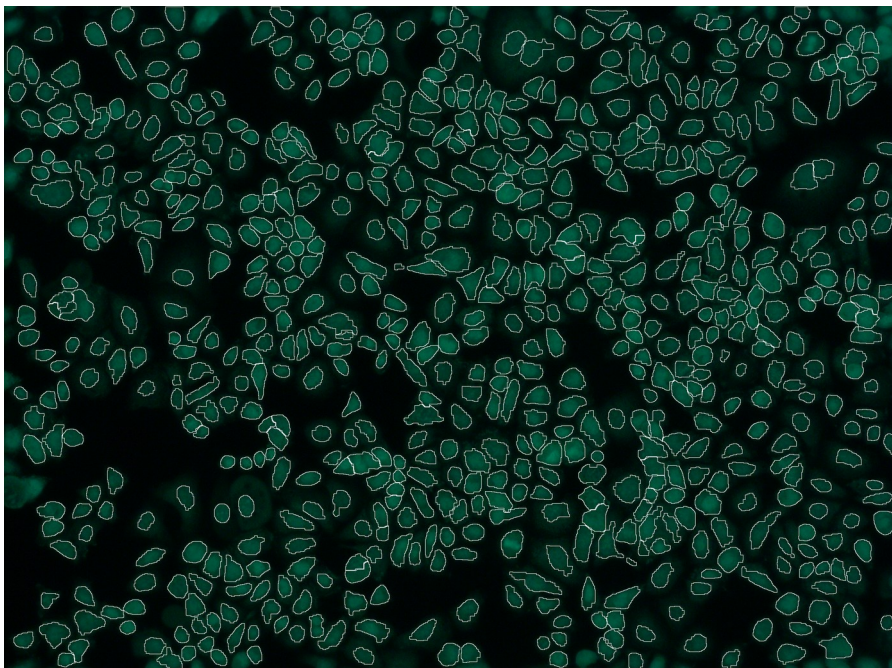


Postup automatické detekce



- **Červeně** jsou vyznačeny operace, které jsme zatím neprováděli, ale které by mohly pomoci hlubší analýze chování systému.

Hranice buněk & rozdělení velikostí

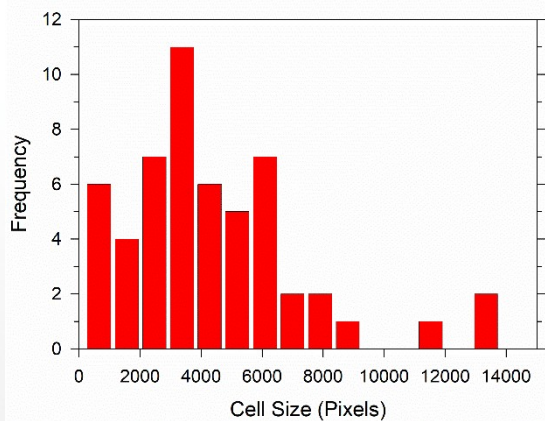
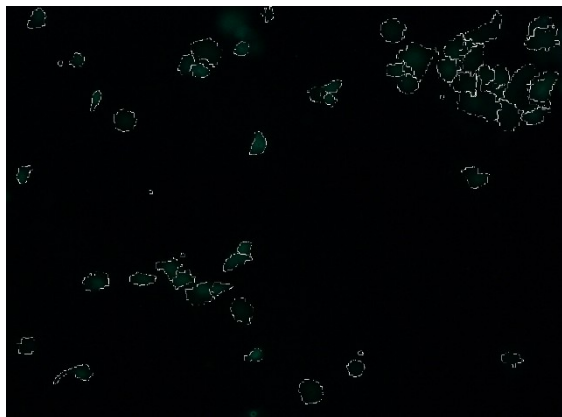


- Na základě detekce hranic jednotlivých buněk lze provést pokročilou statistiku
 1. Rozdělení velikostí buněk (viz. Graf, osa x je počet pixelů buňky – lze přepočítat do reálných jednotek)
 2. Rozdělení tvarů, deskriptory buněk
 3. Korelace mezi různými deskriptory

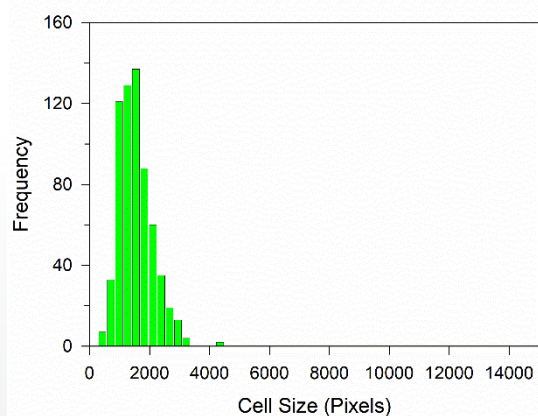
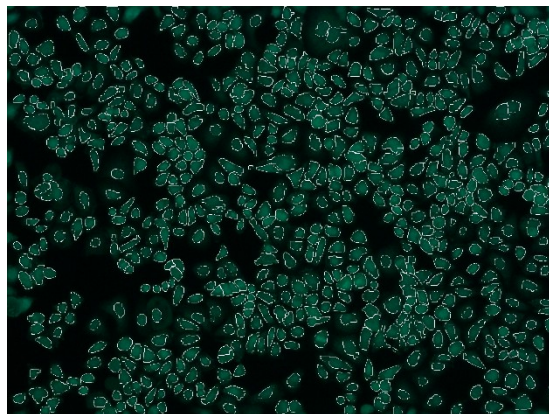
?? Lze například uvažovat o částečném nahrazení přístroje na analýzu tvaru buněk počítačovou metodou ??

Hranice buněk & rozdělení velikostí

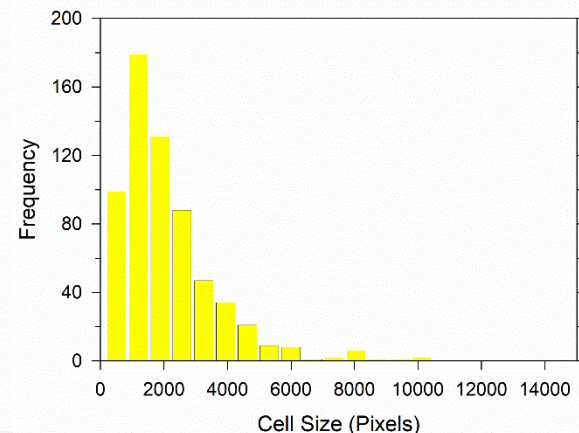
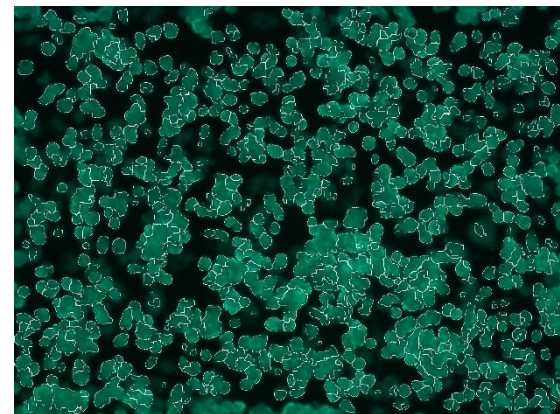
Nízká hustota



Střední hustota



Vysoká hustota



Výběr deskriptorů pro popis tvarů buněk

- Sphericity (Kulatost)
- Roundness (Oválnost)
- Compactness (Kompaktnost)
- Eccentricity (Elipsovítost)
- Elongation (Protáhnutí)
- Rectangularity (Hranatost)
- ...
- Korelace mezi deskriptory



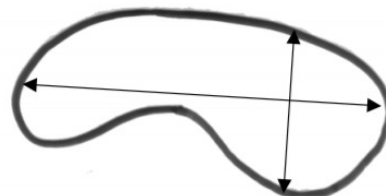
0.764

Vyšší kompaktnost

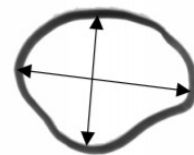


0.668

Nižší kompaktnost

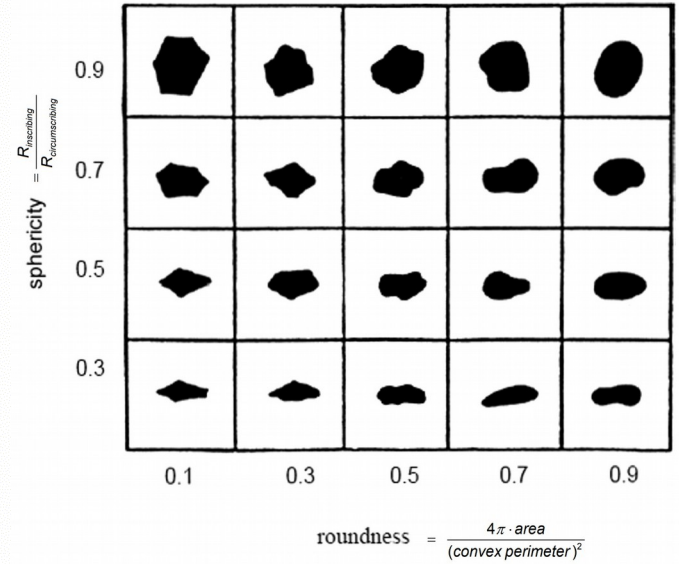
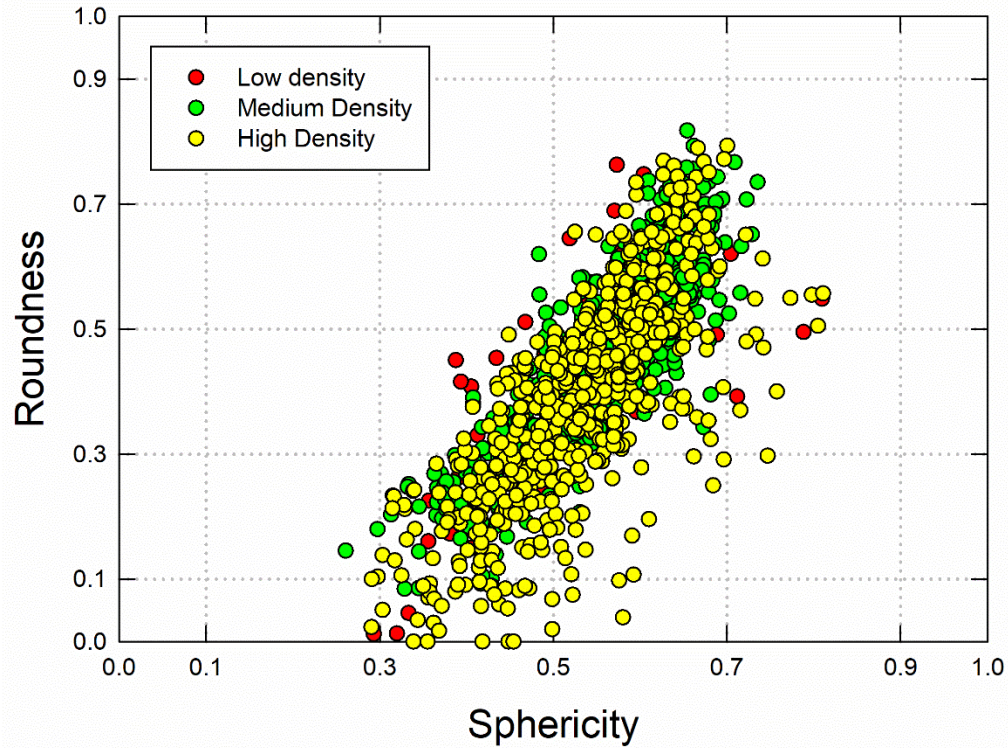


Vysoká elipsovítost

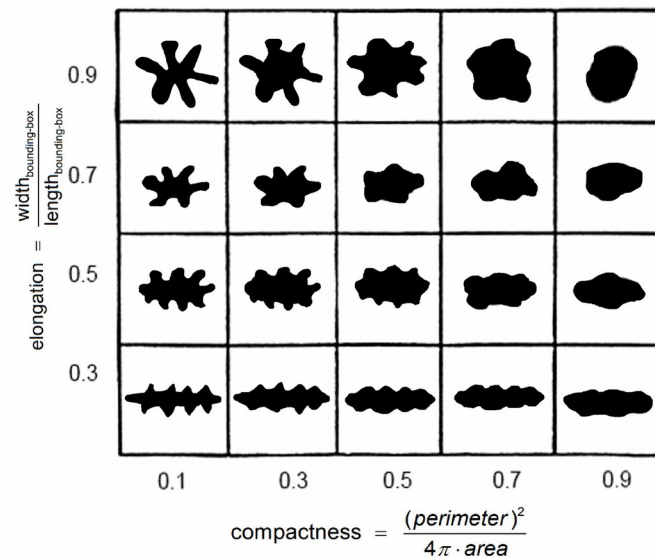
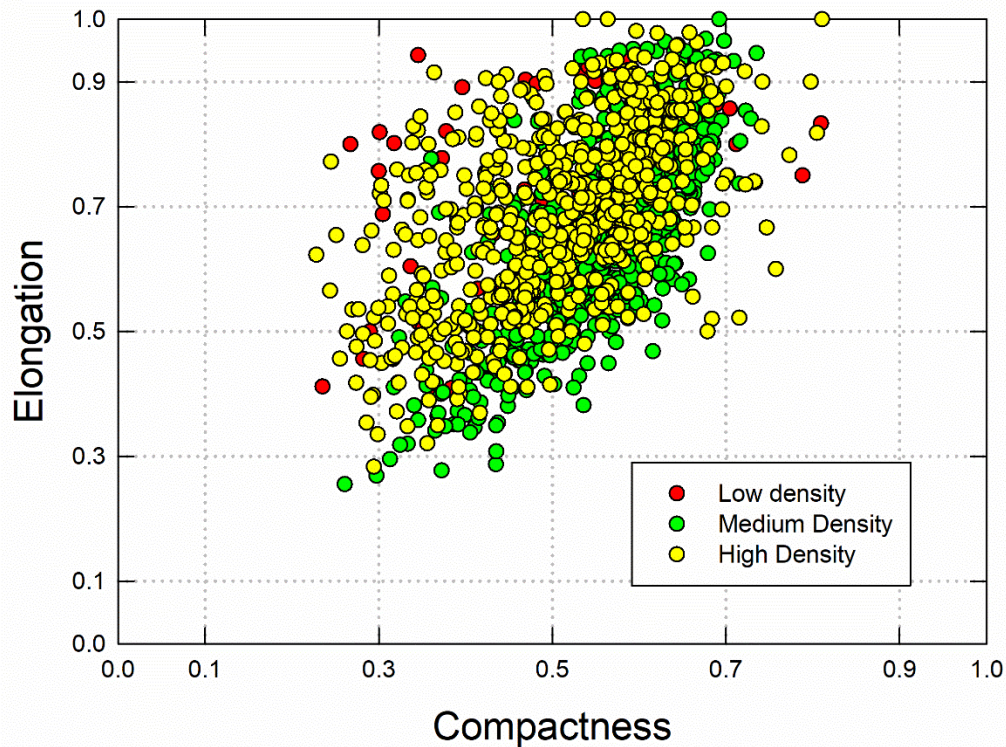


Nízká elipsovítost

Kulatost vs. Oválnost



Protáhnutí vs. Kompaktnost





Shrnutí

- Celý proces segmentace buněk je automatizovaný a trvá několik desítek vteřin
- Výpočet deskriptorů trvá daleko déle (≈ 10 min. v závislosti na počtu buněk)
- Parametry (váhy w , prahová hodnota aj.) lze měnit tak, aby byla detekce přesnější – potřeba více snímků pro optimalizaci parametrů
- Analýzou lze získat další informace o
 - velikosti a tvaru buněk
 - pokrytí a vzájemných vzdálenostech (distribuční funkce aj. zatím neměřeno)
 - Nebo další charakteristiky dle potřeby, např. kolik buněk se dotýká/překrývá



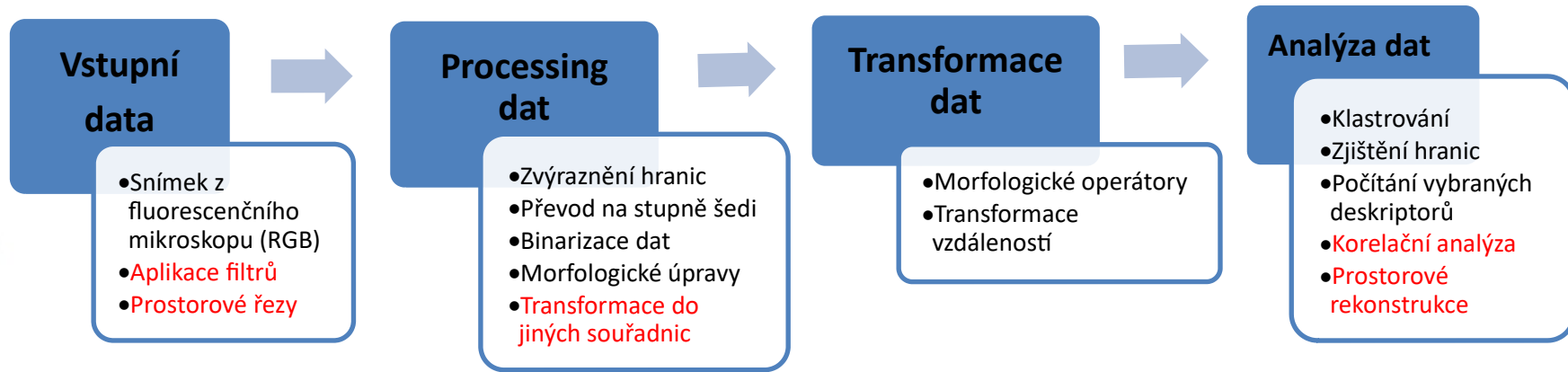
Příklad segmentace buněk

Petr Fridrich, Zbyšek Posel

Katedra informatiky, PřF UJEP

Zbysek.posel@ujep.cz

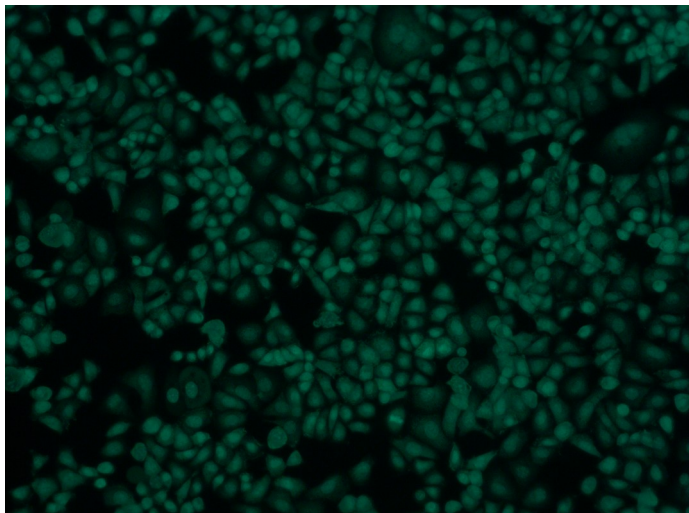
Postup automatické detekce



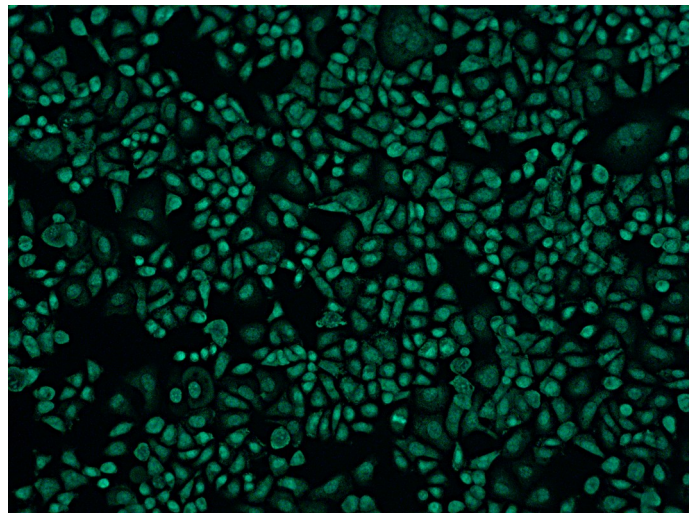
- **Červeně** jsou vyznačeny operace, které jsme zatím neprováděli, ale které by mohly pomoci hlubší analýze chování systému.

Zvýraznění hranic

Původní snímek

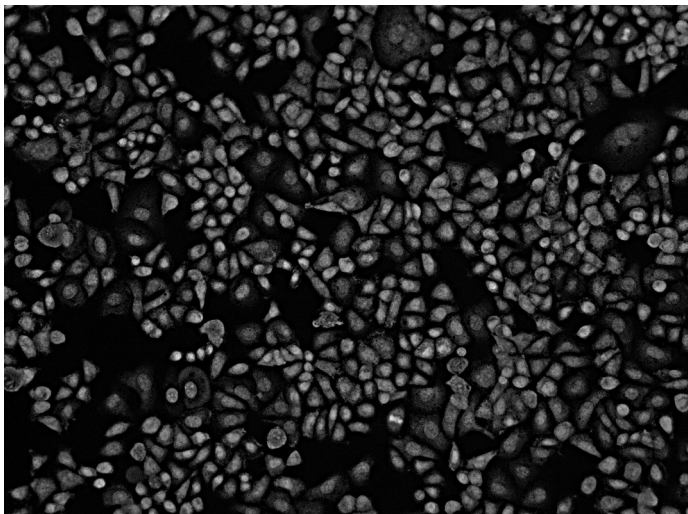


Zvýrazněný snímek

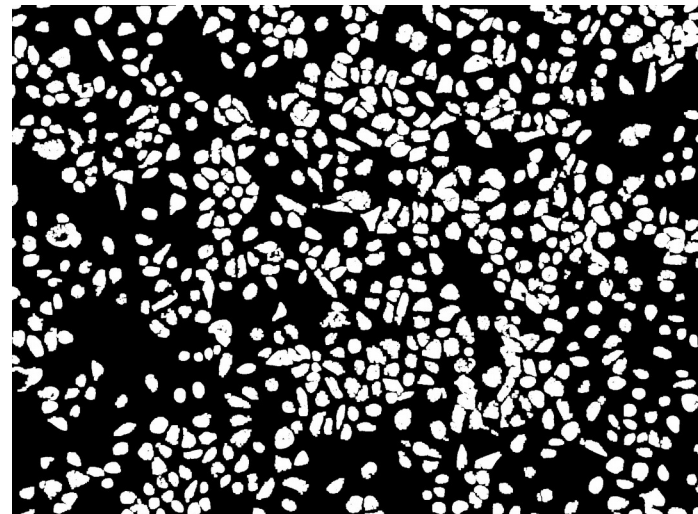


- Cílem je zvýšit kontrast mezi pozadím a buňkou

Převod na stupně šedi & binarizace & morfologické úpravy

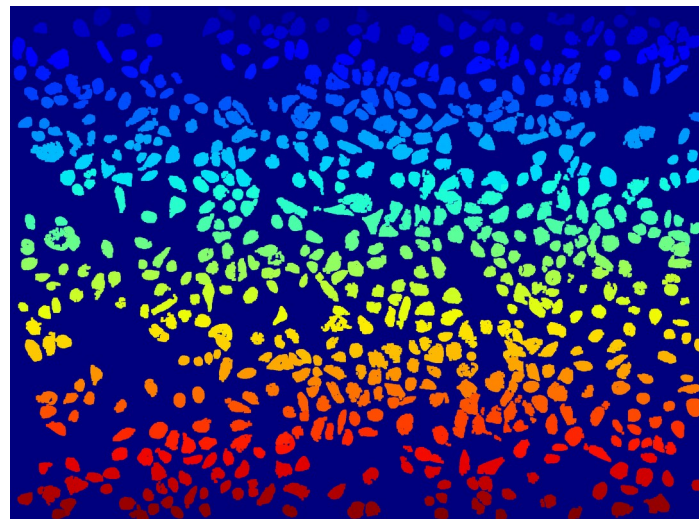
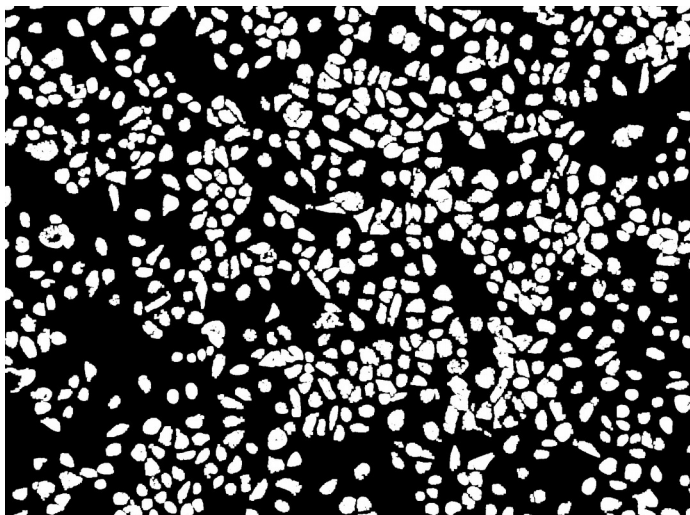


- Převod RGB obrázku na stupně šedi (Grayscale)
- $(R,G,B) \rightarrow (0.05R + 0.9G + 0.05B)$



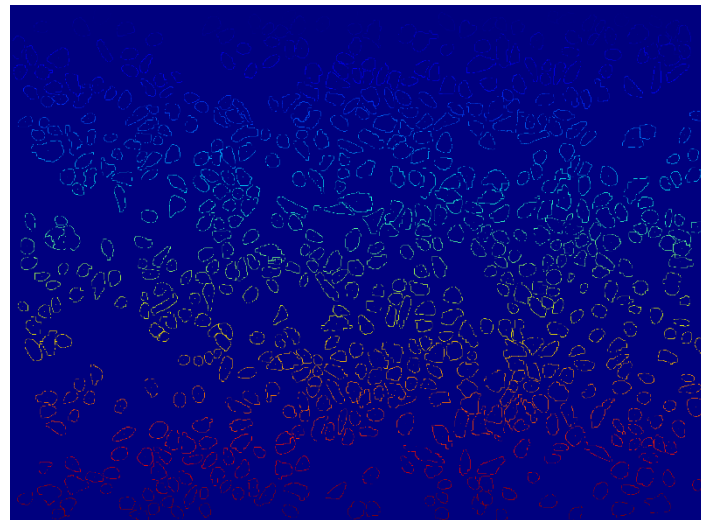
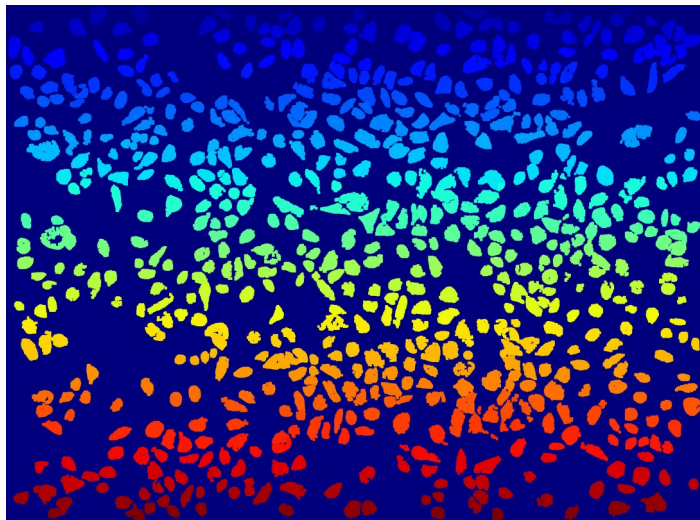
- Binarizace
- (Střední hodnota Grayscale obrázku)
 - Volitelný parametr

Klastrování



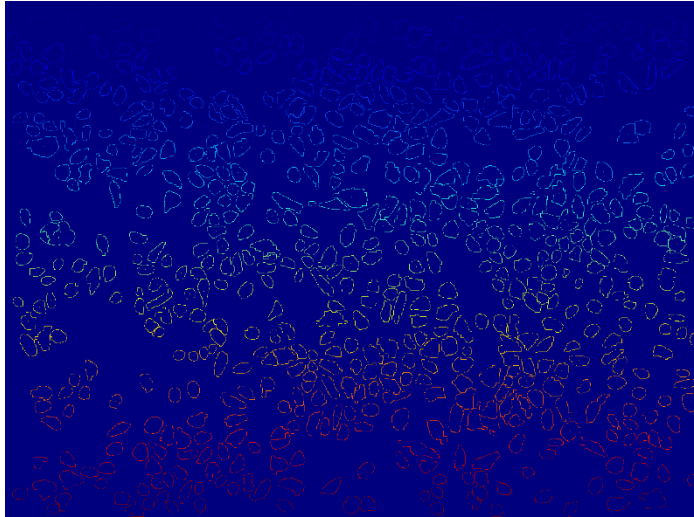
- Každá buňka je obarvena unikátní barvou pomocí tzv. Watershed algoritmu → informace o počtu buněk
- Buňky sousedící s hranou snímku jsou odstraněny (nepřesnosti v rozdělení tvarů nebo velikostí buněk), pokud bude potřeba, lze tyto buňky zachovat

Detekce hranic buněk



- Na základě informace o barvě (slouží jako unikátní klíč), jsme pro každou buňku schopni definovat její hranice

Detekce hranic buněk



- Hranice každé buňky poté zprostředkuje další informace například o orientaci hlavní osy každé buňky
- Znalost hranice poté slouží k výpočtu dalších deskriptorů