



Univerzitet u Beogradu  
Matematički fakultet

## Seminarski rad

### Ocenjivanje broja ljudi na javnom skupu

**Mentor:**

dr Marija Cuparić  
Luka Perović

**Studenti:**

Lana Matić 143/2021  
Anja Milutinović 235/2021  
Smer: Informatika

**Datum:** 2024/25

# Contents

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Prikupljanje materijala</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Grid i stratifikacija</b>	<b>5</b>
3.1	Automatska dodela stratuma (Python) . . . . .	7
3.2	Vizuelna provera stratuma (R) . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Pilot uzorak i Neyman</b>	<b>11</b>
4.1	Pilot uzorak . . . . .	11
4.1.1	Vizuelizacija pilot uzorka . . . . .	11
4.2	Neymanov metod raspodele obima uzorka po stratumima . . .	14
<b>5</b>	<b>Glavno uzorkovanje i brojanje “bliceva”</b>	<b>17</b>
5.1	Vizuelizacija glavnog uzorkovanja . . . . .	18
5.2	Automatsko brojanje (Python) . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Ocene i intervali poverenja</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Rezultati i diskusija</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Zaključak</b>	<b>26</b>

# 1 Uvod

Ocenjivanje broja ljudi na javnim skupovima važno je za bezbednost, logistiku, planiranje resursa i evaluaciju događaja. Tradicionalne metode brojanja na terenu često su skupe, spore i podložne greškama, naročito kada je gužva neujednačena i kada uslovi posmatranja variraju između lokacija. Cilj ovog rada je procena ukupnog broja ljudi prisutnih na Slaviji 15.3.2025. , na osnovu slika dobijenih iz drona.

Koristićemo stratifikovano uzorkovanje nad slikama podeljenim mrežom sa automatskim razvrstavanjem celija u strume po gustini, kako bi se efikasno i transparentno ocenili ukupan broj prisutnih ljudi. Polazni skup podataka čine fotografije dobijene izdvajanjem frejmova iz video-snimka dronom, dalje isečenih u sedam međusobno disjunktnih slika koje pokrivaju različite ulice posmatranog područja. Koristimo stratifikovano uzorkovanje sa pilot fazom i Neymanov metod raspodele obima uzorka po stratumima.

Rezultati su primenljivi u realnim uslovima i lako se prilagodjavaju drugim lokacijama, rezolucijama i opterećenjima scene.

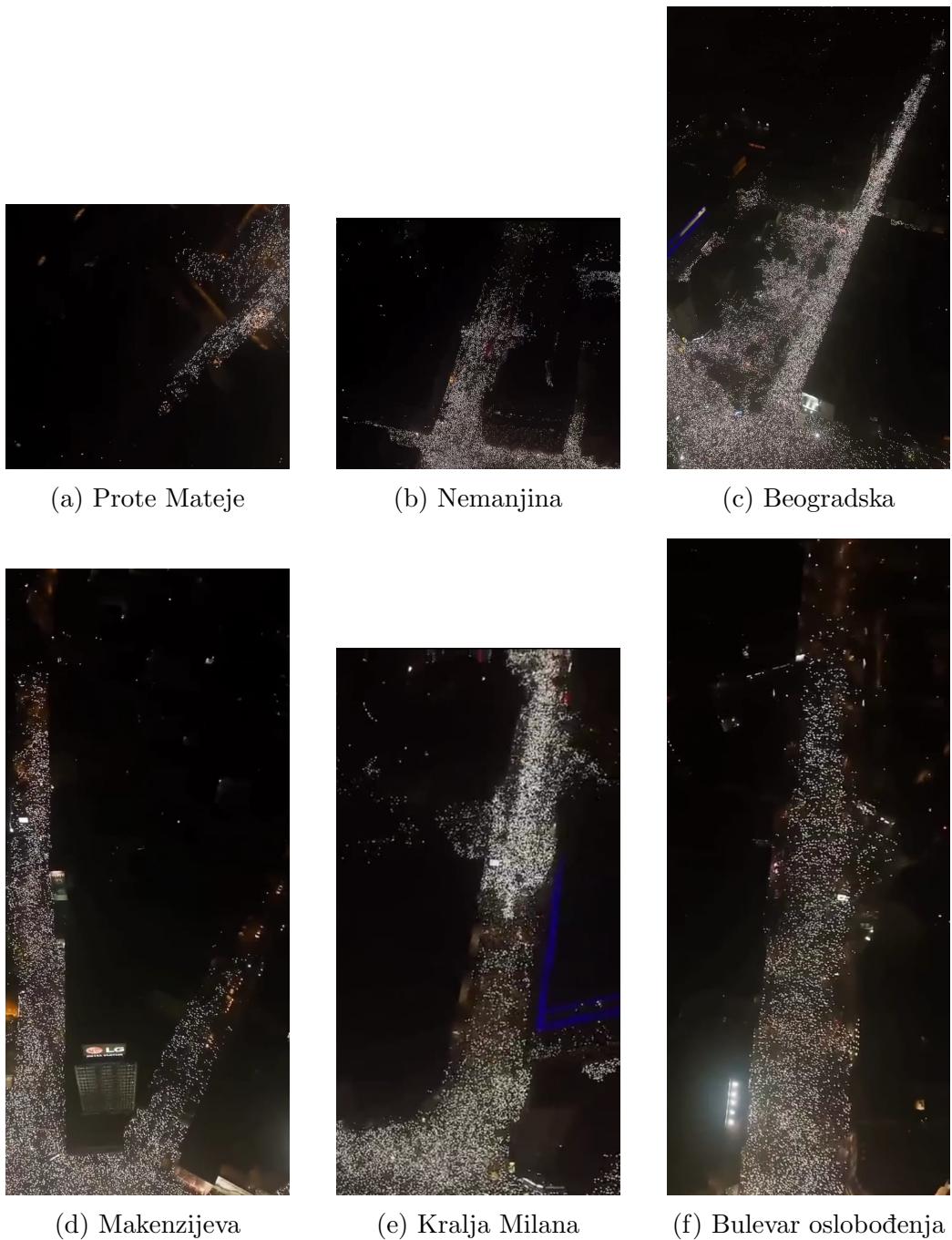
**Napomena** Metod ima ograničenja, jer tačnost zavisi od kvaliteta ulaznih snimaka (osvetljenje, senke, refleksije, zaklanjanja), kao i od stabilnosti veze između vizuelnih signala i stvarne prisutnosti ljudi. Dodatno ograničenje je to što se u ovom pristupu prebrojavaju samo upaljeni blicevi, dok je stvarni broj ljudi sigurno veći od broja registrovanih bliceva.

## 2 Prikupljanje materijala

Materijali korišćeni u radu prikupljeni su pomoću snimka dobijenog iz drona [1], izdvajanjem određenih frejmova koji odgovaraju različitim ulicama. Slike su zatim dodatno isećene tako da nema značajnih preklapanja, radi izbegavanja pojavljivanja istih delova na različitim slikama. Na narednim slikama prikazani su frejmovi izdvojeni iz snimka dronom.



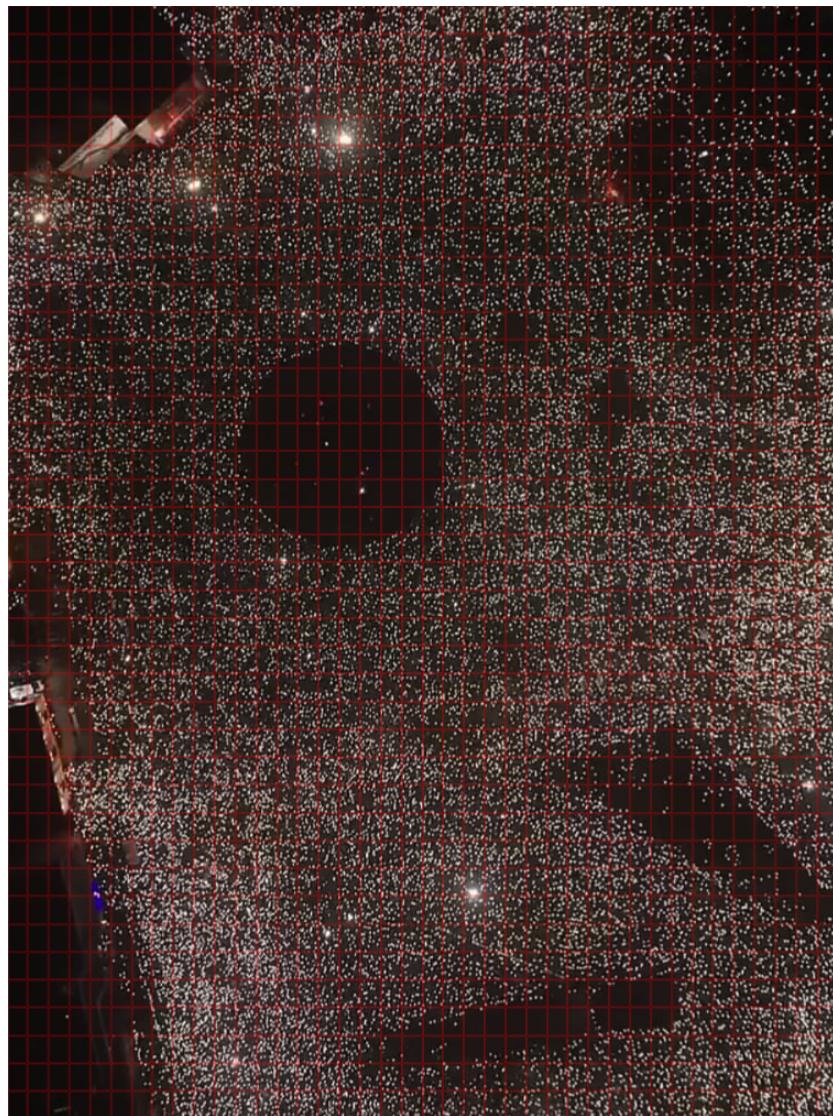
Slika 1: Slavija.



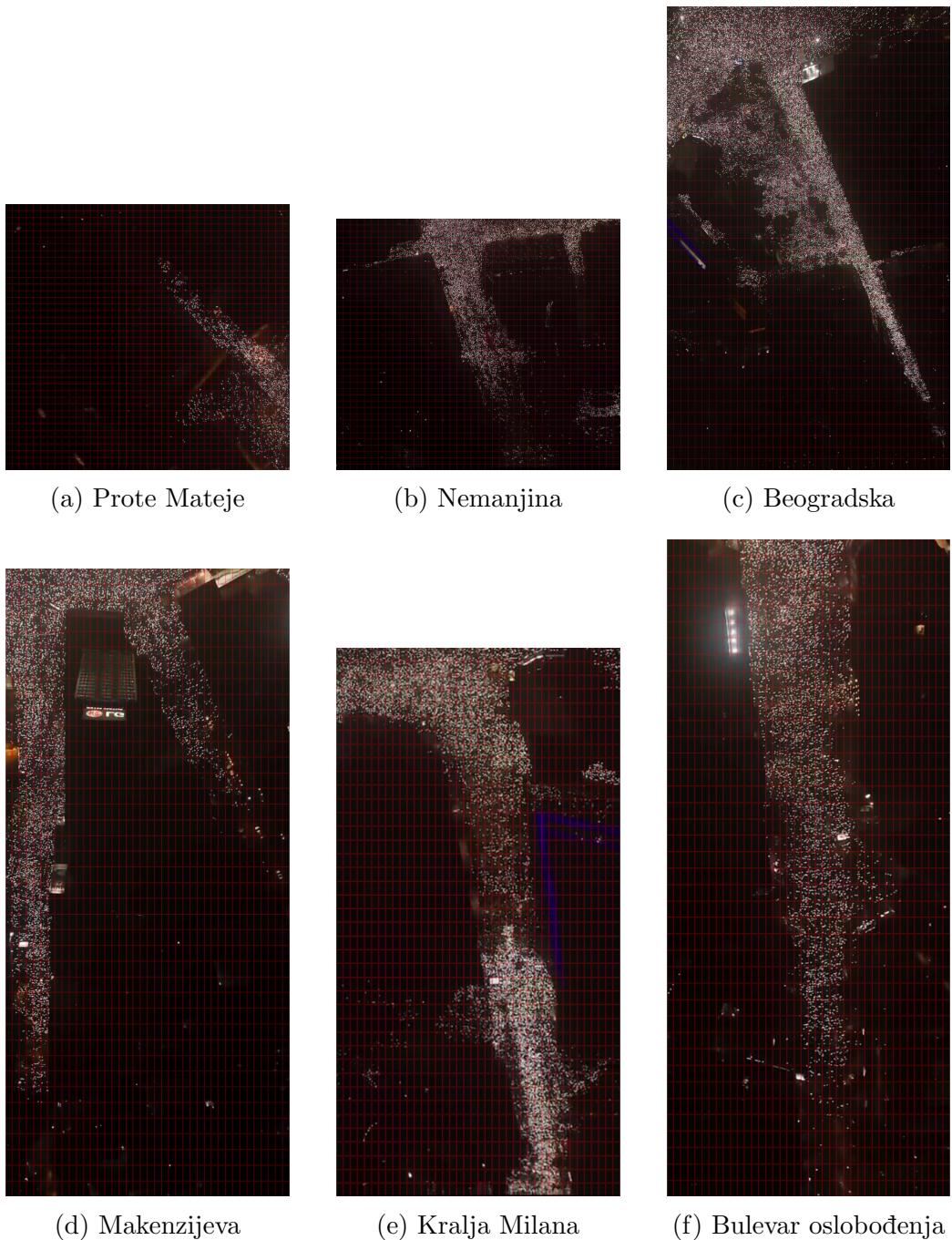
Slika 2: Pregled ulica sa snimka dronom

### 3 Grid i stratifikacija

Kako bi se omogućili uzorkovanje, svaka ulazna slika je podeljena na pravougaoni grid dimenzija 40 x 40 ćelija. Mreža je naprvaljena u R-u, i za svaku ćeliju su čuvani sledeći atributi: jedinstveni identifikator - `cell_id`, red i kolonu, koordinate u pikselima (`x0`, `x1`, `y0`, `y1`), oznaku zone - `zone_id`, logičku oznaku - `include` - da li je ćelija uključena u uzorkovanje i stratumski indeks - stratum. Informacije čuvamo u tabeli `starta_map.csv`, koju zatim popunjavamo.



Slika 3: Slavija.



Slika 4: Pregled ulica sa postavljenim grid-om

Radi smanjenja varijanse i troškova, uvodi se stratifikacija – grupisanje celija u tri stratuma (1 = najgušće, 2 = srednje, 3 = najređe). Dodatno, gotovo „crne“ celije (bez informativnog sadržaja) sistematski se isključuju

iz uzorkovanja. Dobijeni fajl `strata_map_auto.csv`, sa konačnim oznakama `include` i `stratum`, predstavlja osnovu za naredne korake – izbor pilot uzorka, primenu Neyman-ove alokacije i glavno uzorkovanje opisano u sledećim poglavljima, kao i za završnu procenu ukupnog broja ljudi.

### 3.1 Automatska dodela stratuma (Python)

Cilj je da automatski razvrstamo grid ćelije u 3 startuma po gustini i pouzdano isključimo neinformativne oblasti radi manjeg troška uzorkovanja i niže varijanse ocene. Skripta `startum.py` za svaku ćeliju računa kompozitni skor gustine, koji kombinuje:

- udeo svetlih piksela (`bright_frac`),
- gustinu ivica (Canny edge detection),
- teksturnu varijansu (Laplacian variance).

Ulaz: `starta_map.csv` (iz R grida) sa kolonama `cell_id`, `zone_id`, `include`, `stratum`, `x0`, `x1`, `y0`, `y1`, `img_path`.

Izlaz: `starta_map_auto.csv` — isto + `strata_score` (kompozitni skor), `black_frac` (deo “crnih” piksela), finalni `include` i `stratum` (1/2/3).

Ćelije kod kojih  $\geq 90\%$  piksela ima nisku osvetljenost (HSV V  $\leq 0.10$ ) automatski se označavaju `include = 0` i izuzimaju iz uzorkovanja. Preostale ćelije dele se na tri tercila po vrednosti kompozitnog skora: gornji tercil čini stratum 1, srednji stratum 2, a donji stratum 3.

Automatska dodela se sastoji od sledećih koraka:

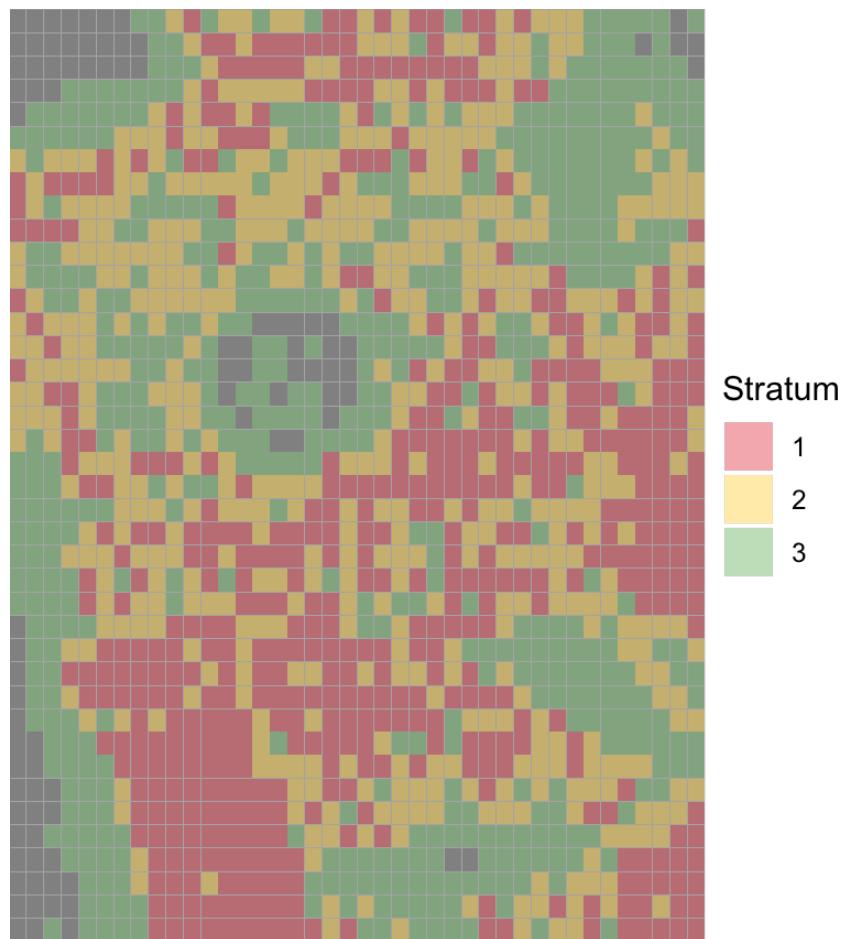
1. **Maskiranje neinformativnih ćelija:** svaka ćelija se ispituje u HSV prostoru boja. Ako je udeo svetlih piksela sa niskom vrednošću osvetljenja (V) veći od zadatog praga (`black_frac`, npr. 90%), ćelija se automatski označava kao `include = 0`.
2. **Računanje metrika:** za sve preostale ćelije izračunavaju se tri nezavisne metrike – udeo svetlih piksela (`bright_frac`), gustina ivica (Canny edge detection) i teksturna varijansa (Laplacian variance).
3. **Kombinovanje u kompozitni skor:** konačan `strata_score` dobija se linearnom kombinacijom metrika sa težinama 0.4, 0.4 i 0.2.
4. **Dodela stratuma:** ćelije sa `include = 1` dele se na tercile prema `strata_score` (1 = gornji tercil, 2 = srednji, 3 = donji).

Najvažniji parametri skripte su prag za crnu boju `v_black`, udeo crnih piksela `black_frac`, prag za svetle piksele `v_thresh`, prag zasićenja `s_thresh`, kao i kvantil `low_score_q` za dodatno isključivanje najslabijih celija.

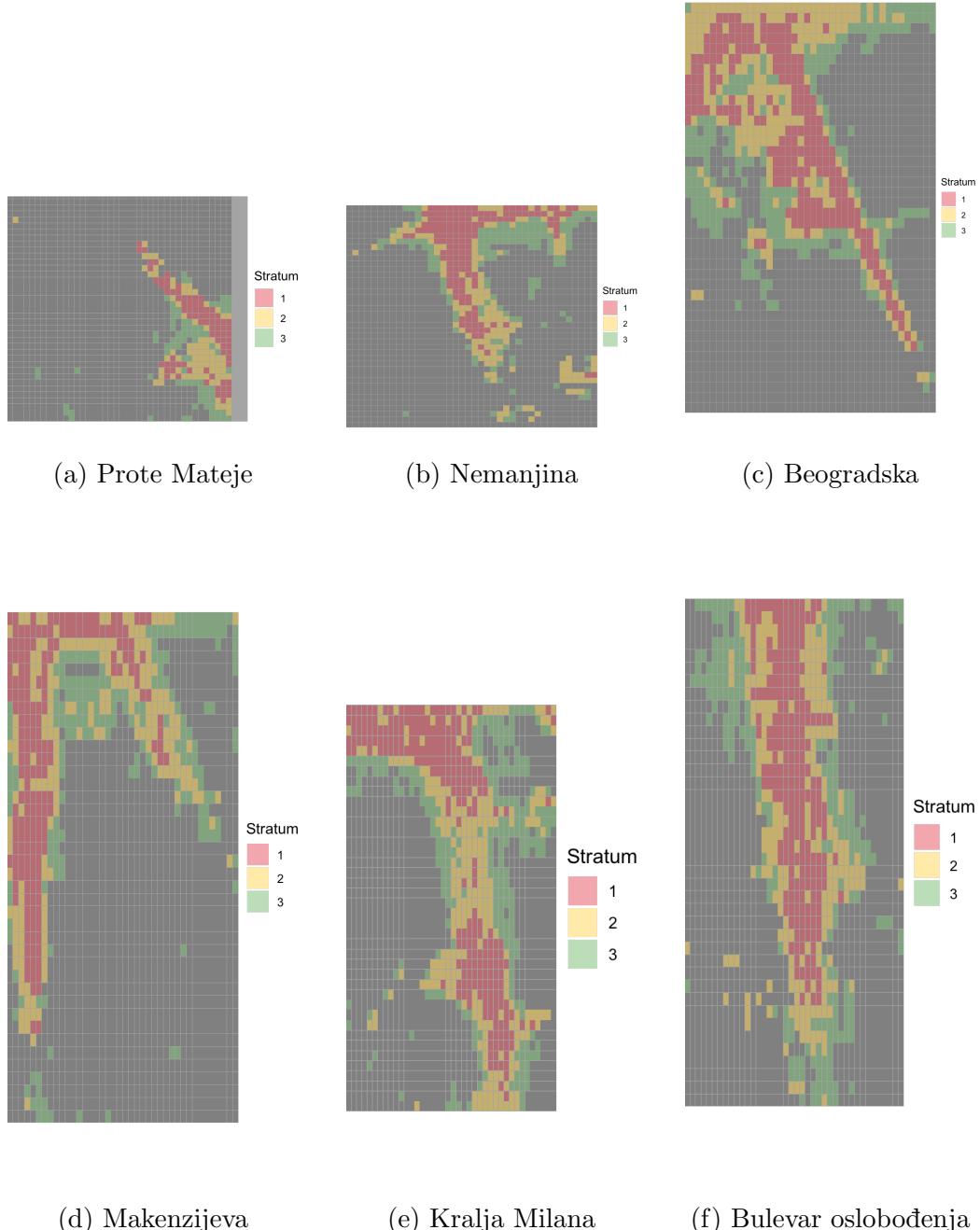
### 3.2 Vizuelna provera stratuma (R)

Rezultati automatske dodele vizuelizuju se, koja za svaku sliku prikazuje grid sa celijama obojenim po stratumu i zasenčenim poljima koja su isključena (`include=0`). Crveno obojene su celije najveće gustine - startum = 1, žute su celije srednje gustine - stratum = 2, zelene celije najmanje gustine - startum = 3.

Ovaj vizuelni korak služi kao brza kontrola kvaliteta: ukoliko se uoči da je algoritam označio kao gušće delove koji su u stvarnosti prazni (ili obrnuto), moguće je ručno prilagoditi vrednosti parametara i ponoviti automatsku dodelu.



Slika 5: Slavija.



Slika 6: Pregled célija po stratumima razlicitih gustina

Nakon vizuelne provere i eventualnih korekcija, `strata_map_auto.csv` se koristi kao pouzdana ulazna baza za statističku analizu i uzorkovanje.

## 4 Pilot uzorak i Neyman

### 4.1 Pilot uzorak

U okviru implementacije uzorkovanja (`sampling_pipeline.R` datoteka), prvi korak je izdvajanje pilot uzorka iz svakog stratuma. Za svaku sliku, unutar svakog sloja nasumično se bira fiksni broj jedinica (`pilot_n_per_stratum`), koji u ovom primeru iznosi 15. Broj odabranih jedinica u pilot fazi ( $n_h = 15$  u ovom primeru) predstavlja kompromis između dovoljno velike veličine za pouzdane procene i ograničavanja troška uzorkovanja. Na ovaj način dobija se preliminarni uzorak dovoljan da se procene osnovne karakteristike slojeva, poput srednje vrednosti i disperzije.

Procene iz pilot uzorka koriste se da bi se izračunale disperzije unutar slojeva. Za sloj  $h$  disperzija se računa po formuli:

$$s_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_i - \bar{y}_h)^2,$$

gde je  $\bar{y}_h$  srednja vrednost pilot uzorka u sloju  $h$ , a  $n_h$  veličina pilot uzorka u tom sloju.

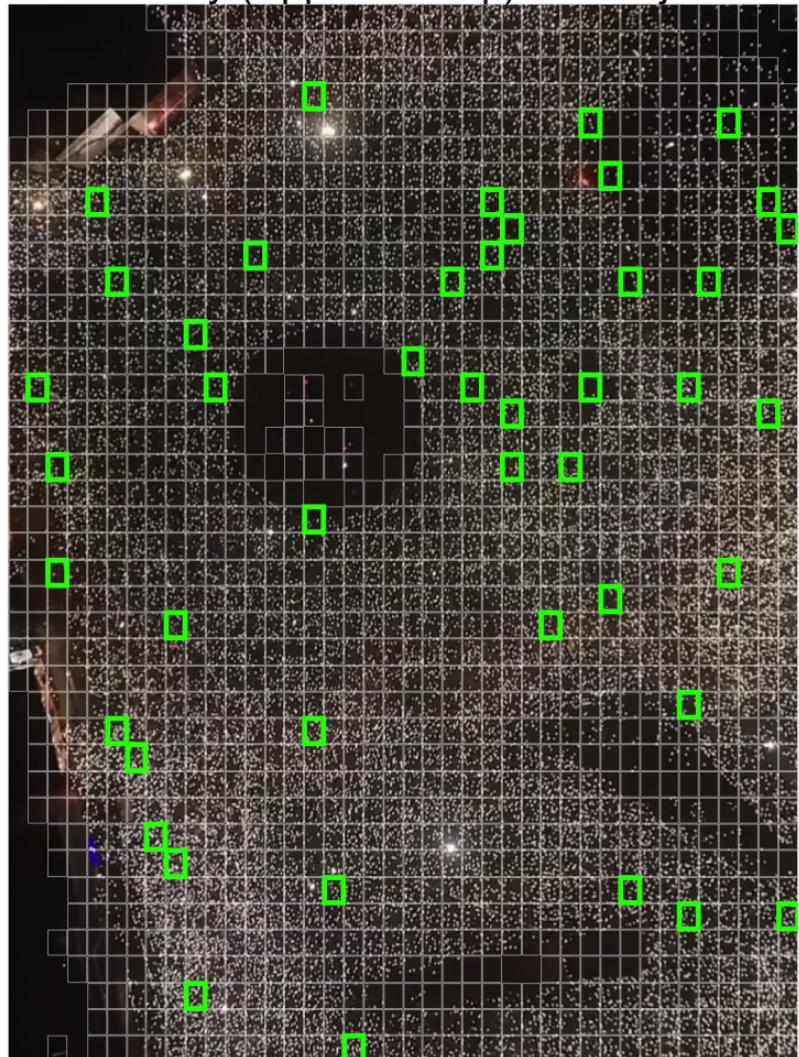
Dobijene procene standardne devijacije  $\hat{S}_h = \sqrt{s_h^2}$  koriste se u narednom koraku, prilikom određivanja optimalne raspodele ukupnog uzorka po slojevima primenom Neymanove alokacije.

#### 4.1.1 Vizuelizacija pilot uzorka

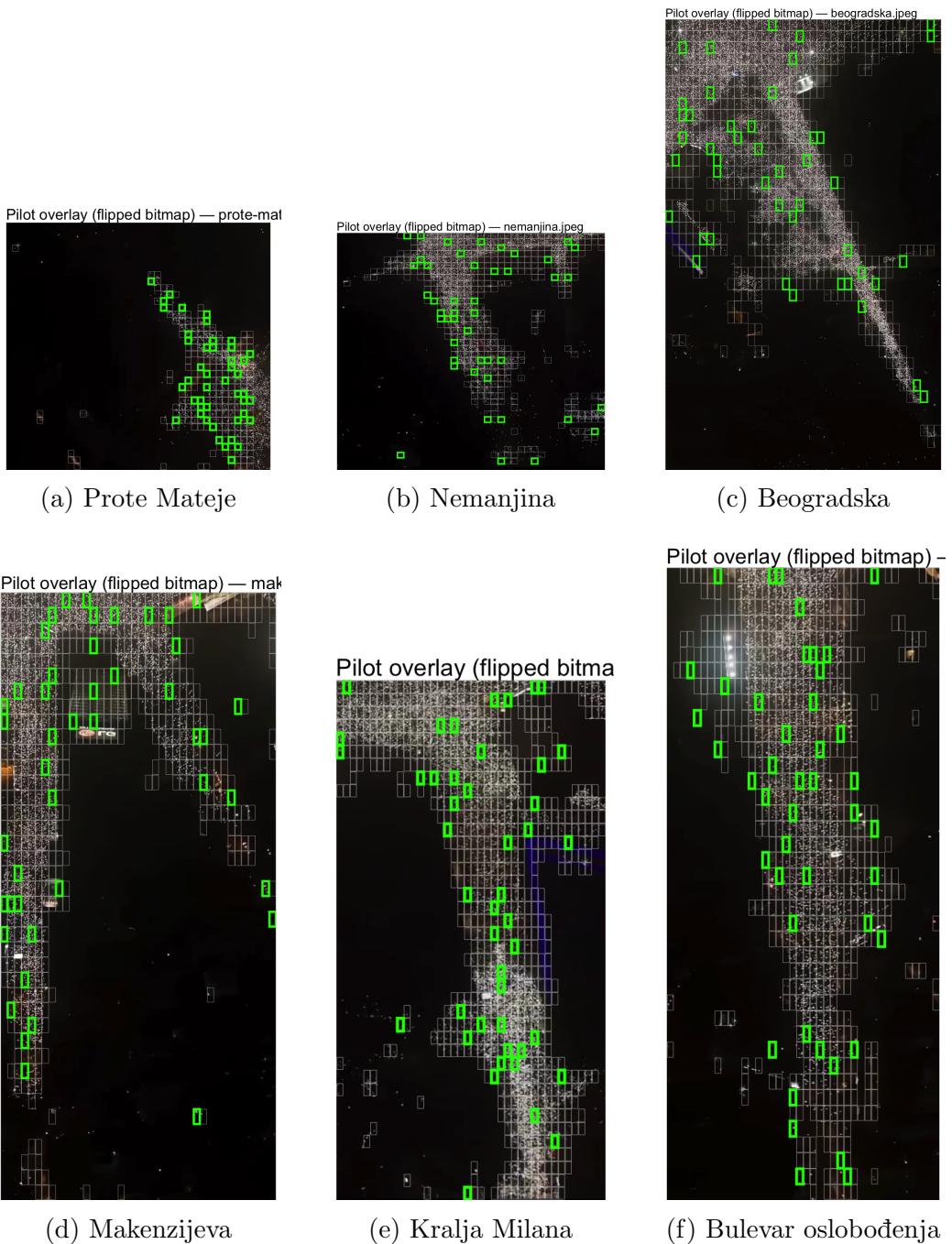
Uz CSV `pilot_to_count.csv`, za svaku ulaznu sliku generišemo i PNG sa označenim celijama pilota. Na overlay-ima:

- cela slika je prikazana,
- zelenim okvirima su označene celije koje su ušle u pilot uzorak.

Pilot overlay (flipped bitmap) — slavija-centar



Slika 7: Slavija.



Slika 8: Prikaz preklopa (overlay) pilot celija preko svake slike

Ovaj vizuelni prikaz će nam omogućiti da lakše odredimo u kojim celijama brojimo bliceve. Kako bismo popunili napravljeni CSV, koristićemo automatsko brojanje bliceva pomoću python skripte `auto-count.py`, o kojoj će biti

više reči u narednom poglavlju. Dodatno za neke celije koristili smo ručno brojanje.

## 4.2 Neymanov metod raspodele obima uzorka po stratumima

Cilj Neymanove alokacije je da za fiksni ukupan broj uzoraka  $n$  raspodeli broj uzorkovanih jedinica  $n_h$  po stratumima tako da se minimizuje varijansa procene ciljnog parametra. Za jednu sliku, disperzija procene totalne sume  $\hat{T}$  glasi

$$\text{Var}(\hat{T}) = \sum_{h=1}^H N_h^2 \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \frac{S_h^2}{n_h},$$

gde je  $N_h$  veličina populacije (broj celija) u stratumu  $h$ ,  $n_h$  broj izabranih celija u tom stratumu, a  $S_h^2$  varijsansu u stratumu  $h$  (procena se dobija iz pilot uzorka).

U praksi se često radi aproksimacija koja zanemaruje faktor konačne populacije  $(1 - n_h/N_h)$  (što je opravdano kada su frakcije uzorkovanja male), pa se kao cilj minimizuje

$$\sum_{h=1}^H \frac{N_h^2 S_h^2}{n_h}.$$

Pošto mora važiti uslov

$$\sum_{h=1}^H n_h = n,$$

Kako bismo rešili problem sa ograničenjem, uvodimo Lagranžov množilac  $\lambda$  i formiramo funkciju

$$L(n_1, \dots, n_H, \lambda) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2 S_h^2}{n_h} + \lambda \left( \sum_{h=1}^H n_h - n \right).$$

Računamo parcijalni izvod po  $n_h$ :

$$\frac{\partial L}{\partial n_h} = -\frac{N_h^2 S_h^2}{n_h^2} + \lambda = 0.$$

Iz ovog dobijamo

$$\frac{N_h^2 S_h^2}{n_h^2} = \lambda \Rightarrow n_h = \frac{N_h S_h}{\sqrt{\lambda}}.$$

Obim uzorka po stratumu je proporcionalan proizvodu  $N_h S_h$ .

Dakle, klasična Neymanova alokacija glasi

$$n_h = n \cdot \frac{N_h S_h}{\sum_{j=1}^H N_j S_j}.$$

**Intuicija.** Stratumu  $h$  dodeljuje se više jedinica ako je ili veliki ( $N_h$  veliko) ili veoma varijabilan ( $S_h$  veliko). Time se uzorci usmeravaju tamo gde će imati najveći doprinos smanjenju ukupne varijanse procene.

### Praktične napomene pri implementaciji

- **Procena  $S_h$ .** Standardne devijacije  $S_h$  su obično nepoznate pre pilot uzorka — zato se u praksi koriste procene  $\hat{S}_h$  iz pilot faze.
- **Zaokruživanje i diskretizacija.** Formula daje realne brojeve; potrebno je zaokružiti na celi broj. Zaokruživanje može uvesti residual (suma  $n_h$  možda nije tačno  $n$ ).
- **Ograničenja:** ne smemo dodeliti više jedinica nego što postoji ( $n_h \leq N_h$ ), niti manje od minimalnog prihvatljivog broja ( $n_h \geq n_{\min}$ ) ako smo takav prag uveli.
- **Posebni slučajevi:** ako su sve procene varijanse jednake nuli (npr. nema detekcija u pilotu), koristi se alternativna alokacija npr. proporcionalna  $N_h$ .
- **Popravka (balansiranje):** zbog zaokruživanja suma  $\sum_h n_h$  može odstupati od  $n$ . U radu primenjujemo jednostavnu korekciju.

### Algoritamski koraci (kako je izvedeno u kodu)

1. Iz pilot uzorka izračunati  $\hat{S}_h$  za svaki stratuma i dobiti  $N_h$  (broj celija u stratumu, po slici).
2. Za svaku sliku izračunati težine  $w_h = N_h \hat{S}_h$  i formirati početnu alokaciju

$$n_h^{(0)} = \text{round}\left(n \cdot \frac{w_h}{\sum_j w_j}\right).$$

Ako  $\sum_j w_j = 0$ , alokacija se radi proporcionalno  $N_h$ .

3. Primeniti ograničenja:  $n_h \leftarrow \min\{\max(n_h, n_{\min}), N_h\}$ .
4. Izračunati  $\text{diff} = n - \sum_h n_h$ . Primeniti malu korekciju.

Isečak R-koda (preuzet iz sampling\_pipeline.R)

```
# Neyman allocation vector for one image
neyman_alloc_vec <- function(Nh, sh, n_total, n_min=10) {
  Nh <- as.numeric(Nh); sh <- as.numeric(sh)
  w <- Nh * sh
  if (sum(w) > 0) nh <- round(n_total * w / sum(w))
  else nh <- round(n_total * Nh / sum(Nh))
  nh <- pmax(nh, pmin(n_min, Nh))
  nh <- pmin(nh, Nh)
  nh
}
```

Zbog zaokruživanja često se dešava da zbir po stratumima odstupa od ciljne veličine uzorka  $n$ :

$$\sum_h n_h \neq n.$$

Taj višak ili manjak može biti nekoliko jedinica, a ne sme se ignorisati jer remeti planirano uzorkovanje. Zato uvodimo malu popravku (balansiranje) kako bismo tačno pogodili cilj:

- Izračunava se razlika od cilja:

$$\text{diff} = n - \sum_h n_h.$$

- Popravka se primenjuje u **stratumu 1** (najgušći), jer taj stratum obično najviše doprinosi varijansi.
- Ako je  $\text{diff} > 0$  (fali uzoraka) i  $n_1 < N_1$ , dodaje se  $\min(\text{diff}, N_1 - n_1)$  u stratumu 1.
- Ako je  $\text{diff} < 0$  (ima viška) i  $n_1 > \min(n_{\min}, N_1)$ , oduzima se  $\min(-\text{diff}, n_1 - n_{\min})$ .

Nakon primene Neymanove alokacije, ukupni brojevi uzoraka po slici su prikazani u Tabeli 1. Vidimo da su kod većine slika ukupni brojevi tačno jednaki cilju  $n = 180$ , dok su kod dve slike odstupali za  $\pm 1$ . U skladu sa procedurom popravke, razlika je uvek ispravljena unutar stratuma 1, tako da je konačan broj uzoraka po slici tačno  $n = 180$ .

Slika	Total pre	Target	Total posle
beogradska.jpeg	179	180	180
bulevar-oslobodenja.jpeg	179	180	180
kralja-milana.jpeg	180	180	180
makenzijeva.jpeg	180	180	180
nemanjina.jpeg	180	180	180
prote-mateje.jpeg	181	180	180
slavija-centar.jpeg	180	180	180

Tabela 1: Ukupni brojevi uzoraka po slici pre i posle korekcije.

U Tabeli 2 prikazana je raspodela uzorka po stratumima za sliku `beogradska.jpeg`. Vidimo da je zbir po stratumima iznosio 179 (umesto ciljanih 180). Korekcijom je dodata jedna jedinica u stratumu 1, tako da se ukupni broj uzoraka uskladio sa ciljem.

Stratum	$n_h$ (pre)	$N_h$	Diff	$n_h$ (posle)
1	55	226	+1	56
2	51	226	0	51
3	73	226	0	73
<b>Ukupno</b>	<b>179</b>	<b>678</b>	<b>+1</b>	<b>180</b>

Tabela 2: Primer raspodele po stratumima za sliku `beogradska.jpeg` (pre i posle korekcije).

## 5 Glavno uzorkovanje i brojanje “bliceva”

Nakon završene pilot faze i određivanja optimalne raspodele jedinica po slojevima, sledi glavno uzorkovanje. Ideja glavnog uzorka jeste da se iz svakog sloja odabere onaj broj jedinica koji je unapred određen pomoću Neymanove alokacije. Na taj način obezbeđuje se da slojevi sa većom veličinom ( $N_h$ ) i većom varijabilnošću ( $s_h$ ) dobiju veći broj jedinica, dok slojevi sa manjom varijabilnošću ili obimom dobijaju manje. Ova strategija značajno povećava efikasnost procene u odnosu na proporcionalnu alokaciju, jer omogućava da se ograničeni broj jedinica iskoristi na onim mestima gde najviše doprinose smanjenju ukupne varijanse.

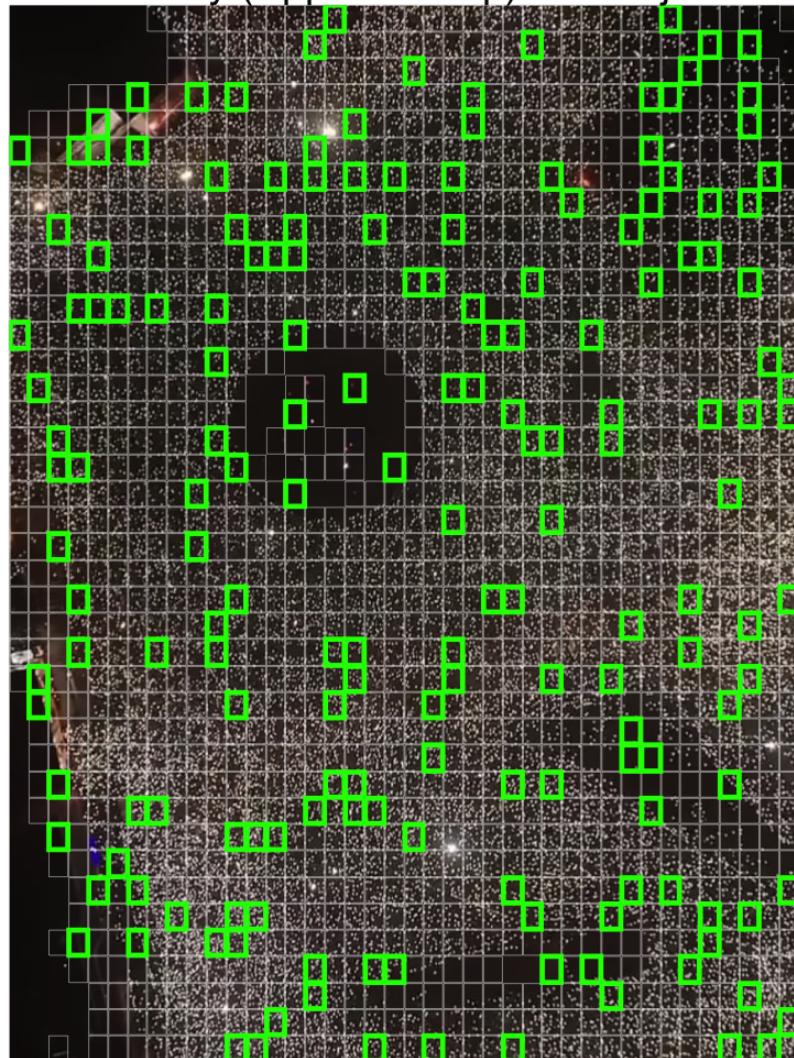
Dobijeni uzorak se na kraju čuva u datoteci `main_to_count.csv` i koristi za dalju analizu i procene.

## 5.1 Vizuelizacija glavnog uzorkovanja

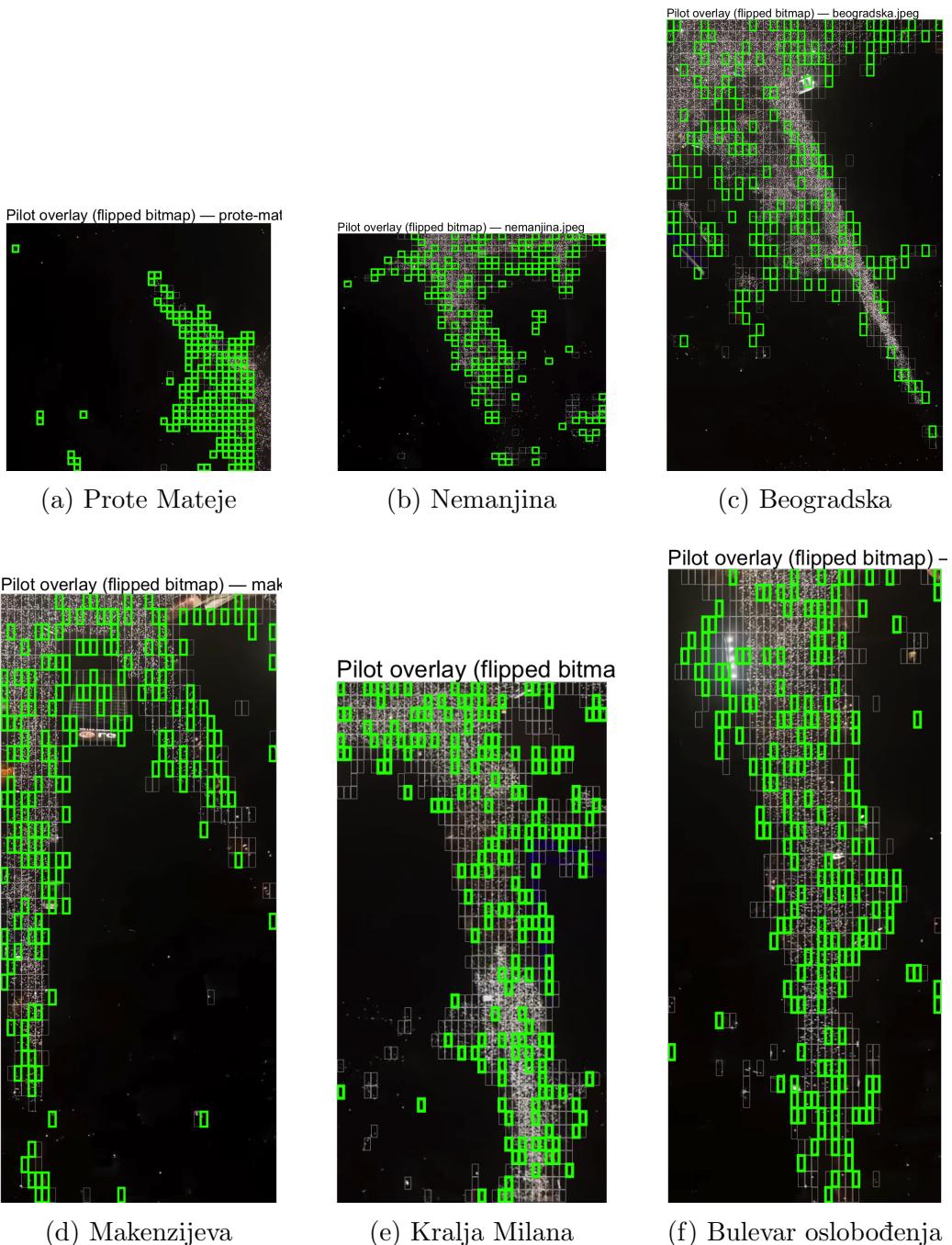
Uz CSV `main_to_count.csv`, za svaku ulaznu sliku generišemo i PNG sa označenim celijama glavnog uzorka. Na overlay-ima:

- cela slika je prikazana,
- zelenim okvirima su označene celije koje su ušle u pilot uzorak.

Pilot overlay (flipped bitmap) — slavija-centar



Slika 9: Slavija.



Slika 10: Prikaz preklopa (overlay) čelija za glavno uzorkovanje preko svake slike

Ovaj vizuelni prikaz će nam omogućiti da lakše odredimo u kojim čelijama brojimo bliceve. Kako bismo popunili napravljeni CSV, koristićemo automatsko

brojanje bliceva pomoću python skripte `auto-count.py`, o kojoj će biti više reči u nastavku. Dodatno za neke ćelije koristili smo ručno brojanje.

## 5.2 Automatsko brojanje (Python)

Ne znam da li ovo mozda posebno poglavje a mozda da ostane deo, odluci

Koristimo skriptu (`auto-count.py`) koja popunjava kolonu `y` u `pilot_to_count.csv` ili `main_to_count.csv`.

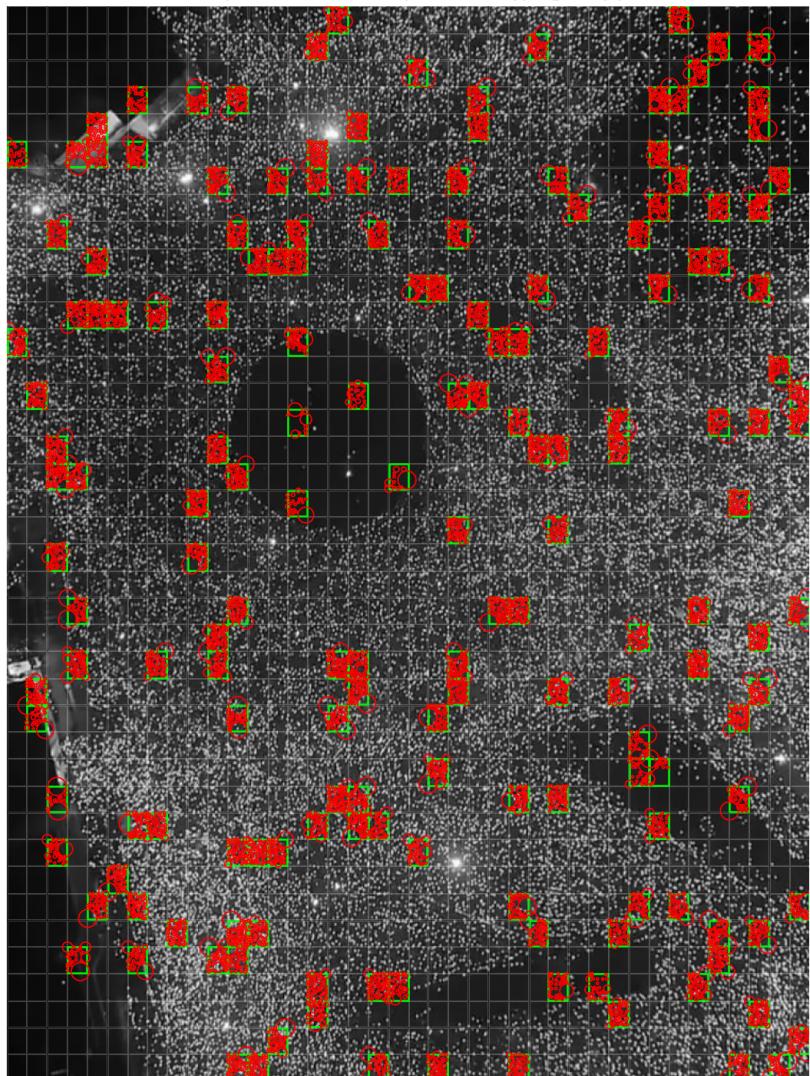
Ulaz:

- `frame_csv = strata_map_auto.csv` (sve ćelije sa koordinatama).
- `pilot_csv` ili `main_csv` (lista ciljnih ćelija za brojanje: `img_path`, `stratum`, `cell_id`, `y`).

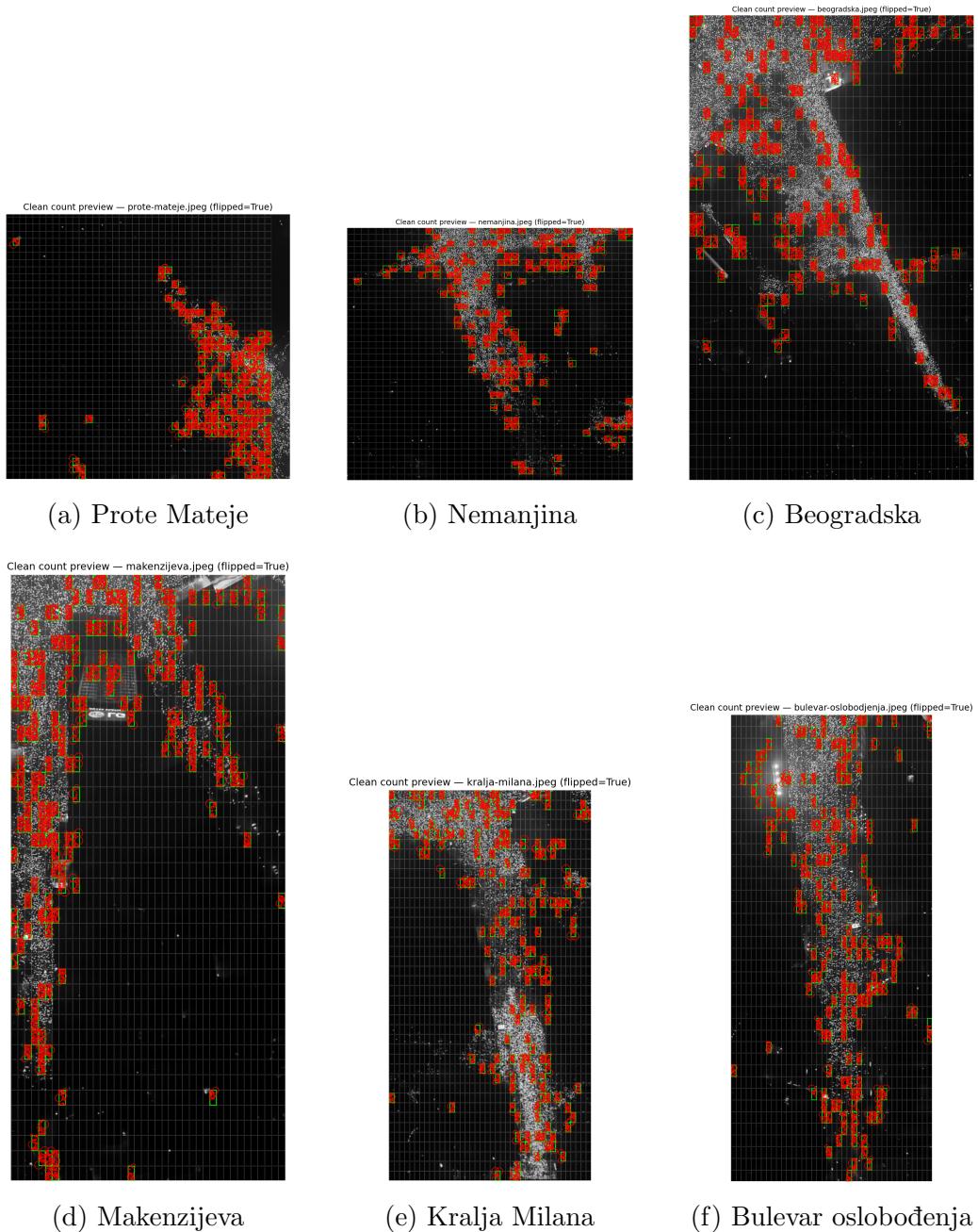
Izlaz:

- CSV sa popunjениm `y`
- Per-image „clean count“ pregled (cela slika sa označenim pilot/main ćelijama i svim detektovanim tačkama).

Clean count preview — slavija-centar.jpeg (flipped=True)



Slika 11: Slavija.



Slika 12: Per-image „clean count“ pregled za glavno uzorkovanje

Detekcija (pipeline):

1. **CLAHE:** pojačavanje lokalnog kontrasta - pojačava sitne detalje i smanjuje uticaj globalnog osvetljenja.

2. **White tophat:** uklanjanje širokih oreola/sjaja, ostavljujući sitne tačkice.
3. **Maska „vrućih“ regionala:** (Gaussian + prag + blago širenje) - spreči lažno detektovanje po jakim odsjajima.
4. **LoG (Laplacian of Gaussian):** traži “kružne” sitne strukture sa ograničenjem skale

## 6 Ocene i intervali poverenja

Neka su  $h = 1, 2, 3$  stratumi,  $N_h$  broj dostupnih celija u stratumu  $h$  (u okviru jedne slike), a  $n_h$  broj uzorkovanih celija u istom stratumu. Za svaku izabranu celiju merimo  $y$  (broj “tačkica”/detekcija u celiji). Prepostavka je da su posmatranja unutar stratuma prost slučajni uzorak bez ponavljanja; slike su međusobno disjunktne (bez preklapanja).

Za jednu sliku, stratumsku sredinu ocenjujemo kao

$$\bar{y}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}, \quad s_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2,$$

uz konvenciju  $s_h^2 = 0$  kada je  $n_h = 1$ . Ukupan broj (total) za sliku ocenjujemo:

$$\hat{T} = \sum_{h=1}^H N_h \bar{y}_h.$$

Occenu varijanse dobijamo sa korekcijom konačne populacije po stratumu:

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{T}) = \sum_{h=1}^H N_h^2 \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \frac{s_h^2}{n_h}.$$

Standardna greška je  $\text{SE} = \sqrt{\widehat{\text{Var}}(\hat{T})}$ , a za nivo poverenja  $1 - \alpha$  koristimo

$$\hat{T} \pm z_{1-\alpha/2} \cdot \text{SE},$$

gde je  $z_{1-\alpha/2}$  kvantil standardne normalne raspodele (u praksi  $\alpha = 0.05$ , pa je  $z_{0.975} \approx 1.96$ ).

**Napomena o malim uzorcima.** Ako su  $n_h$  vrlo mali (npr.  $n_h \leq 5$ ), interval poverenja zasnovan na  $t$ -kvantilu sa  $n_h - 1$  stepeni slobode može biti konzervativniji; u ovom radu, imajući u vidu veličine uzoraka po stratumu, z-kvantili su adekvatni.

Kako su slike disjunktne, ukupna ocena za ceo skup dobija se sabiranjem po slikama:

$$\hat{T}_{\text{tot}} = \sum_j \hat{T}_j, \quad \widehat{\text{Var}}(\hat{T}_{\text{tot}}) = \sum_j \widehat{\text{Var}}(\hat{T}_j),$$

pa je  $\text{SE}_{\text{tot}} = \sqrt{\sum_j \widehat{\text{Var}}(\hat{T}_j)}$  i interval poverenja glasi

$$\hat{T}_{\text{tot}} \pm z_{1-\alpha/2} \cdot \text{SE}_{\text{tot}}.$$

## 7 Rezultati i diskusija

Kad se popravi ono, promeni brojeve

U Tabeli 3 prikazani su rezultati, odnosno ocene dobijene po pojedinačnim slikama, kao i ukupna ocena.

Slika	$\hat{T}$	SE	CI donja	CI gornja
beogradska.jpeg	41,056	383	40,306	41,807
bulevar-oslobodenja.jpeg	17,339	213	16,922	17,756
kralja-milana.jpeg	13,815	182	13,459	14,171
makenzijeva.jpeg	19,767	215	19,345	20,188
nemanjina.jpeg	15,405	175	15,062	15,748
prote-mateje.jpeg	5,544	48	5,451	5,637
slavija-centar.jpeg	57,479	703	56,100	58,857
<b>Ukupno</b>	<b>170,405</b>	<b>894</b>	<b>168,653</b>	<b>172,156</b>

Tabela 3: Procene ukupnog broja bliceva po slici i ukupno, sa 95% intervalima poverenja.

Dobijeni rezultati ukazuju da je ukupna procena broja ljudi na osnovu registrovanih bliceva na posmatranim lokacijama iznosila približno 170.405, uz standardnu grešku od 894 i 95% interval poverenja [168.653, 172.156]. Vidimo da najveći doprinos ukupnoj proceni daje područje Slavije (oko 57.470 ljudi) i ulice Beogradske (oko 41.056 ljudi), što je i očekivano s obzirom na prostorni raspored i gustinu okupljenih. Ostale lokacije, poput Nemanjine ili Makenzijeve, imale su značajno manji, ali ne zanemarljiv doprinos, dok su ulice poput Prote Mateje imale vrlo mali broj učesnika u poređenju sa centralnim čvorištima.

## **8 Zaključak**

Na protestu održanom 15. marta 2025. godine u Beogradu, prema proceni Arhiva javnih skupova, prisustvovalo je između 275.000 i 325.000 ljudi, uz mogućnost da je taj broj bio i veći. [2] . Ovaj skup je bio jedan od najvećih u novijoj istoriji Srbije, nadmašujući prethodne proteste po broju učesnika. Međutim, Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije je procenilo da je broj učesnika bio oko 107.000 [3], što je značajno niže od nezavisnih procena.

Razlike u procenama broja učesnika mogu biti posledica različitih metodoloških pristupa, političkih stavova i ciljeva. Razlike ukazuju i na važnost transparentne metodologije i jasno definisanih kriterijuma brojanja.

U okviru ovog rada, sprovedeli smo vlastito brojanje učesnika, pri čemu je zabeležen rezultat od oko 170.000 ljudi. Važno je napomenuti da je ovo brojanje izvedeno samo na osnovu prisustva upaljenih „bliceva“ i isključivo u okolini Slavije, dok su procene Arhiva i MUP-a obuhvatale dosta šire teritorije grada i dodatne lokacije gde su se učesnici okupljali. Stoga se naš rezultat ne može direktno porebiti sa ukupnim procenama, ali pruža uvid u lokalnu gustinu učesnika i omogućava uporedivu kvantifikaciju na odabranoj lokaciji.

## References

- [1] Autor nepoznat. *Snimak javnog okupljanja dronom.* Dostupno na: <https://youtube.com/shorts/4pbj2aZAoP4?si=wxzp9pIkf1D2CYKN> (Pristupljeno: 25. septembar 2025.)
- [2] N1 Beograd, *Arhiv javnih skupova izneo procenu o broju učesnika na protestu „15. za 15“*, 15. mart 2025, <https://n1info.rs/vesti/arhiv-javnih-skupova-izneo-procenu-o-broju-ucesnika-na-protestu-15-za-15/>.
- [3] Insajder, *MUP o skupu „15. za 15“: U piku na svim lokacijama oko 107.000 ljudi*, 15. mart 2025, <https://www.insajder.net/prenosimo/mup-o-skupu-15-za-15-u-piku-na-svim-lokacijama-oko-107000-ljudi>.