

# Klima grada Dubrovnika

Marijana Boras

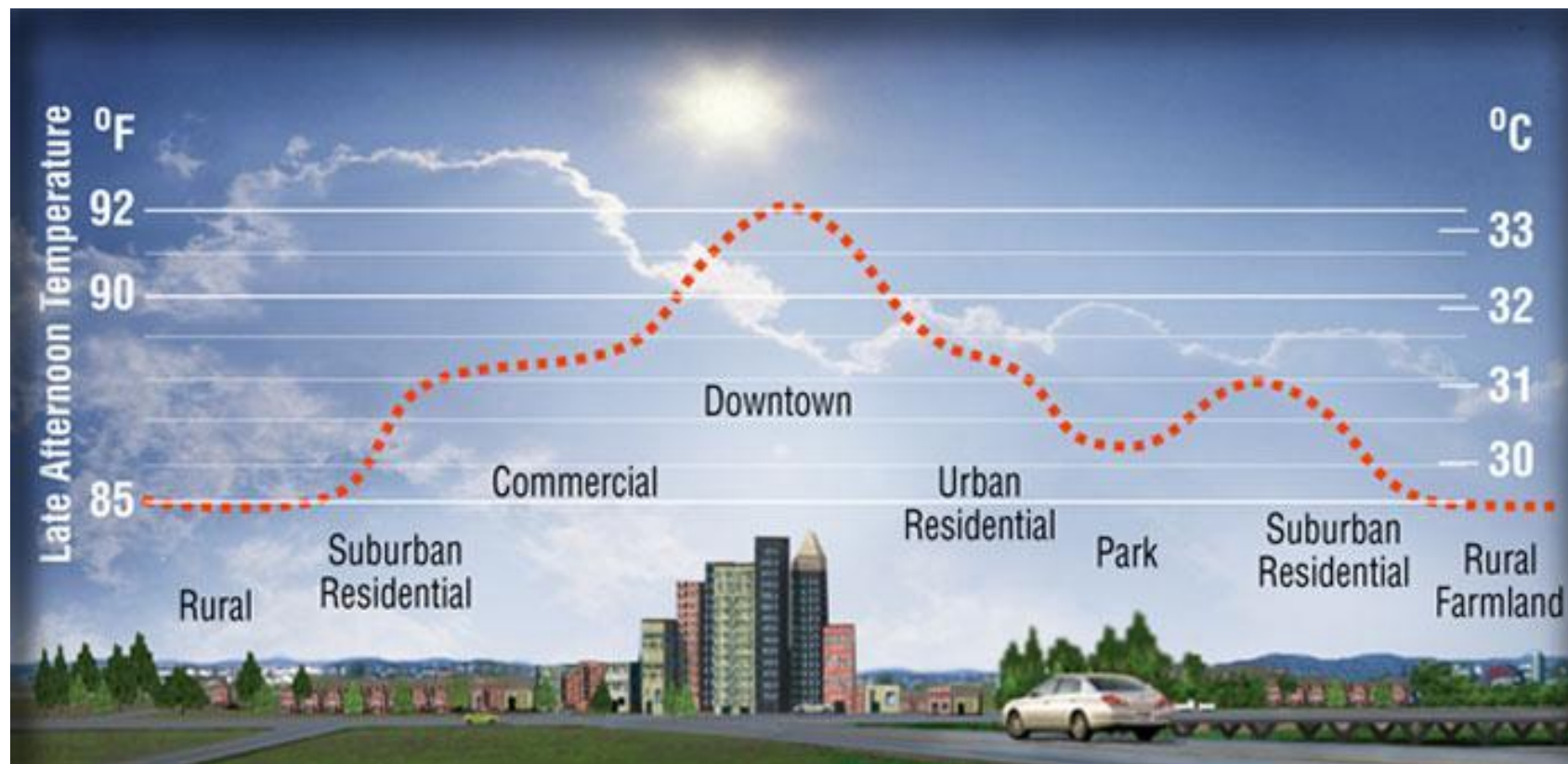
[marijana.boras@gfz.hr](mailto:marijana.boras@gfz.hr)

Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilište u Zagrebu



# Urbana klimatologija

- URBANA KLIMA - specifični klimatski uvjeti nastali kao posljedica međudjelovanja klime i urbanih područja
- Efekt urbanog toplinskog otoka i globalnih klimatskih promjena utječe na različite aspekte života u gradu (medicinski, ekonomski, ekološki, energetska, ...)



Izvor: <https://heatisland.lbl.gov/>

# Motivacija za istraživanje i klima grada Dubrovnika

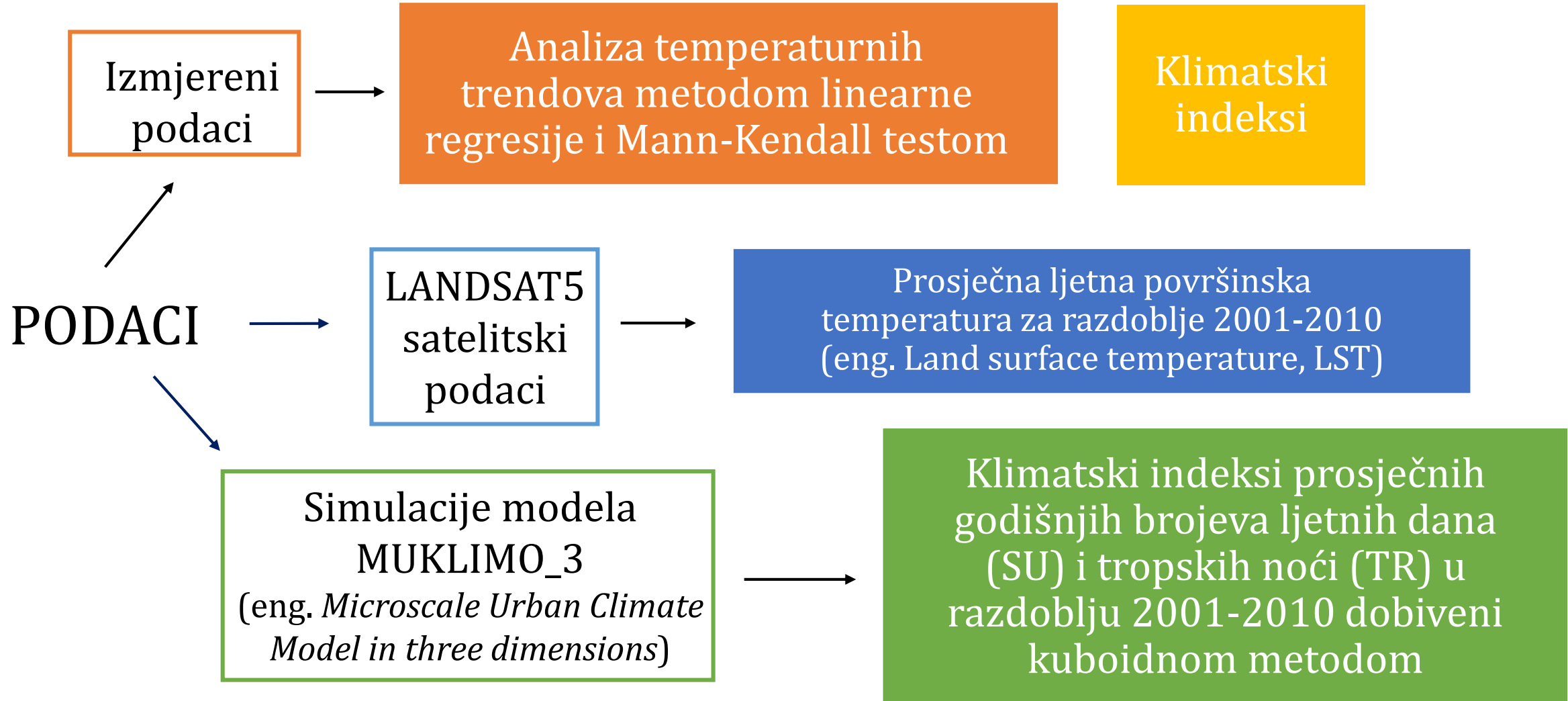
- grad Dubrovnik – popularno turističko odredište, zanimljiv geografski položaj, smješten na području Mediterana
- područje Mediterana – *eng.* hot spot
- prema Köppen-Geigerovoj klasifikaciji klime – sredozemna klima s vrućim ljetima (Csa)



Izvor: <https://www.loveexploring.com/news/92374/things-to-do-in-dubrovnik-game-of-thrones-dubrovnik-holidays-croatia>

# Podaci i metode

## METODE



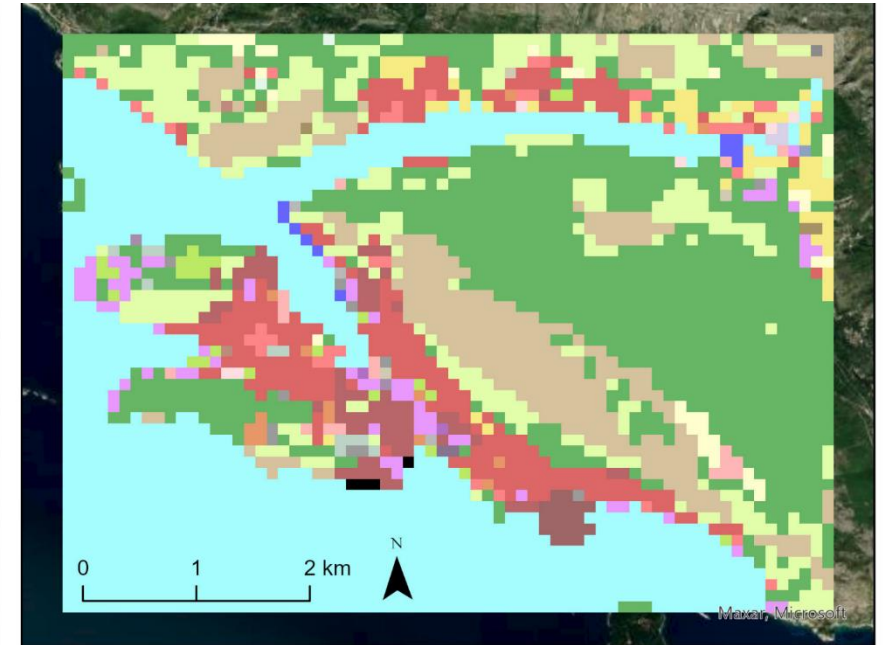
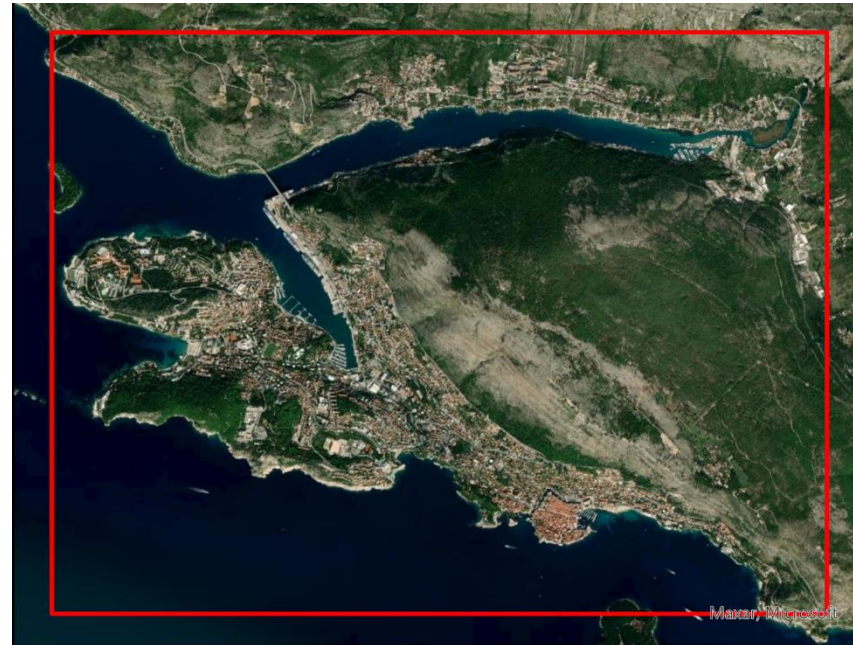
# Promatrano područje

## DOMENA modela MUKLIMO\_3

- površina:  
6.8 km x 5.2 km
- rezolucija: 100 m

## Klasifikacija korištenja zemljišta / zemljišni pokrov (eng. Land use/land cover, LULC)

- 30 different LULC  
classes



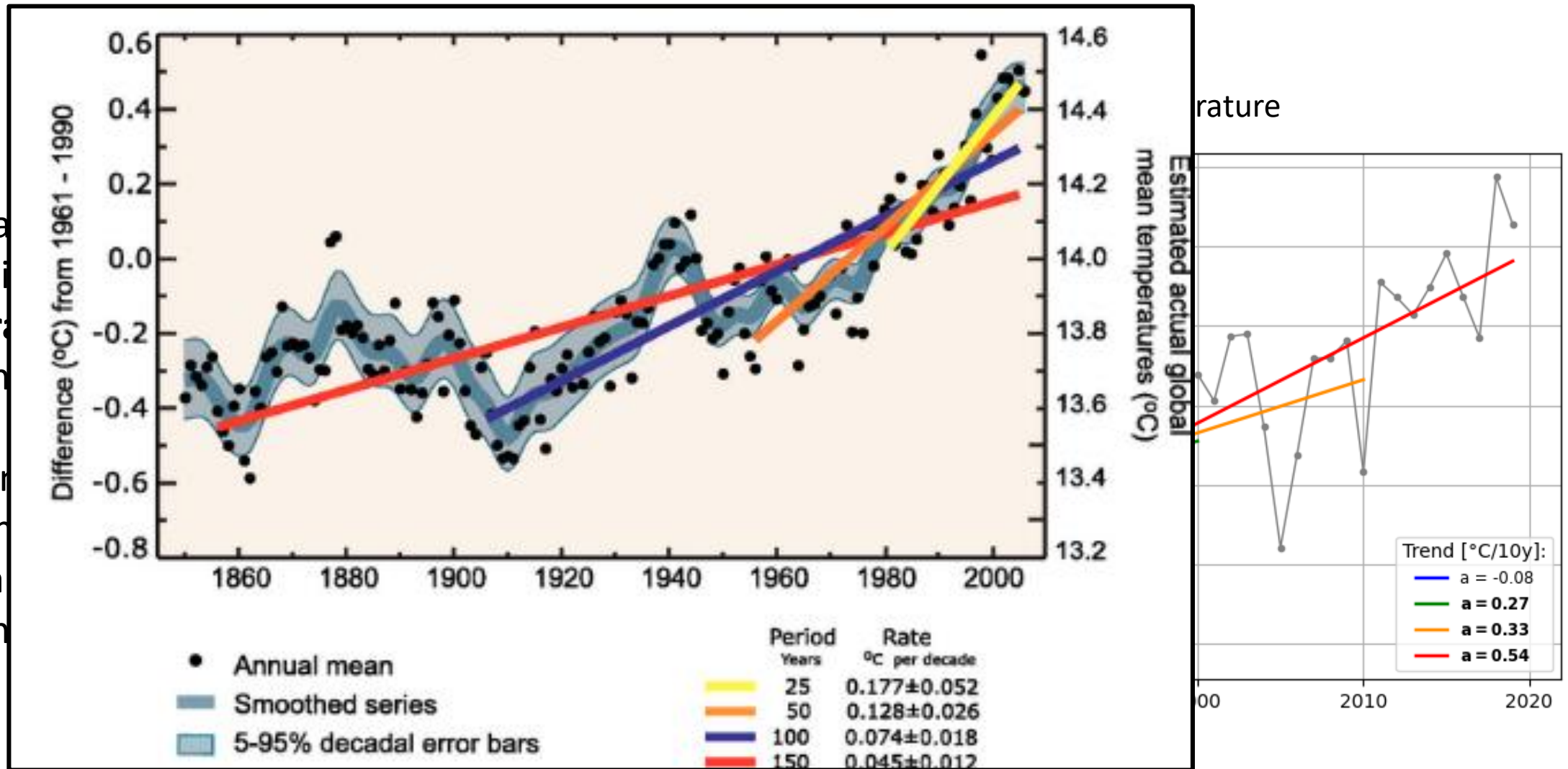
### Land Use/Land Cover classes

|    |  |
|----|--|
| 1  | Continuous Urban Fabric (S.L.: > 80%)                      |
| 2  | Discontinuous Dense Urban Fabric (S.L.: 50 – 80%)          |
| 3  | Discontinuous Medium Density Urban Fabric (S.L.: 30 – 50%) |
| 4  | Discontinuous Low Density Urban Fabric (S.L.: 10 – 30%)    |
| 5  | Discontinuous Very Low Density Urban Fabric (S.L.: < 10%)  |
| 7  | Old town core  |
| 9  | Business area  |
| 10 | Shopping   |
| 11 | Public units   |
| 13 | Energy and water treatment                                 |
| 14 | Roads and associated land                                  |
| 15 | Parking areas, garages                                     |
| 18 | Mine and dump sites  |
| 19 | Construction sites   |
| 20 | Land without current use                                   |

|    |   |
|----|---|
| 21 | Parks, green urban areas  |
| 22 | Cemeteries  |
| 23 | Sports and leisure facilities with construction                         |
| 24 | Sports and leisure facilities without construction                      |
| 25 | Meadows and pastures  |
| 26 | Agricultural  |
| 27 | Agricultural areas with significant areas of natural vegetation         |
| 28 | Forests   |
| 29 | Herbaceous vegetation association (bushy vegetation, swampy vegetation) |
| 30 | Wetlands  |
| 31 | Water   |
| 33 | Rocky coasts  |
| 34 | Port areas  |
| 35 | Sparsely vegetated areas  |
| 36 | Bare rocks  |

# Rezultati – izmjereni podaci

- u ra  
zabi  
por  
tem
- Slič  
tren  
i za  
tem



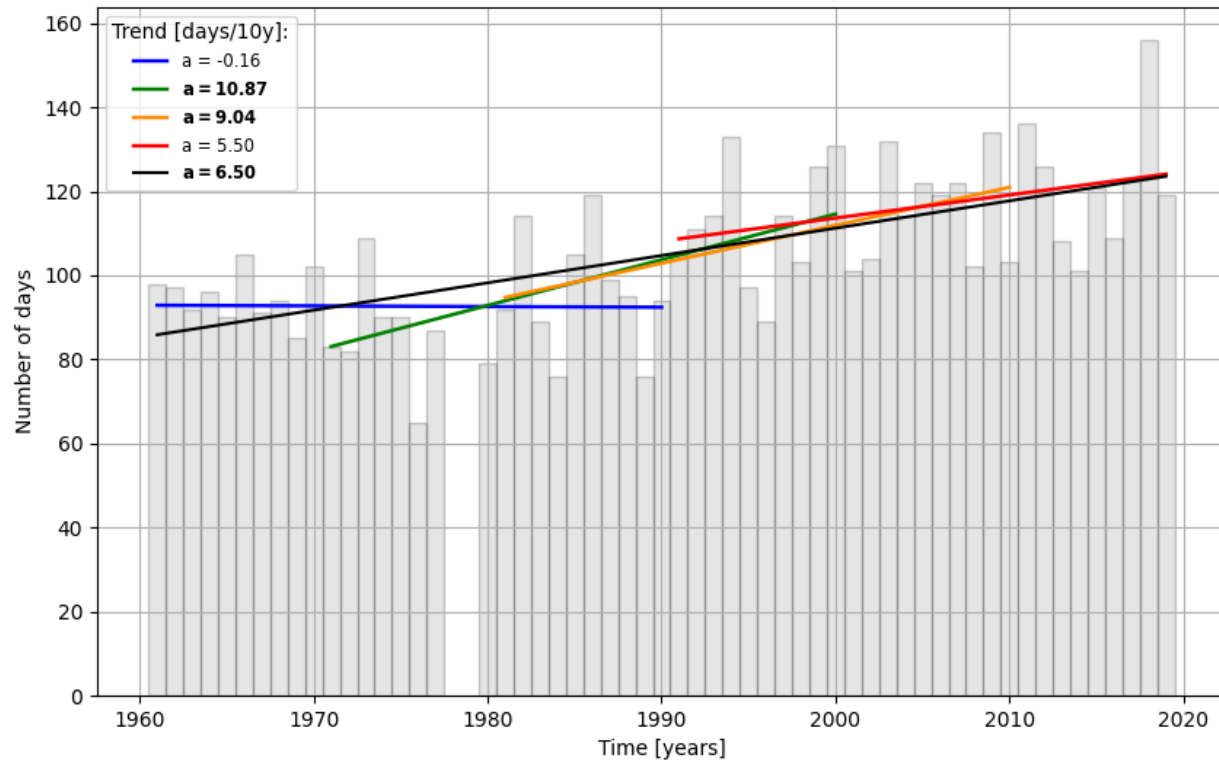
Izvor: [https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/figure-ts-6.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/figure-ts-6.html)

# Rezultati - klimatski indeksi

## Ljetni dani

$$T_{max} > 25^{\circ}C$$

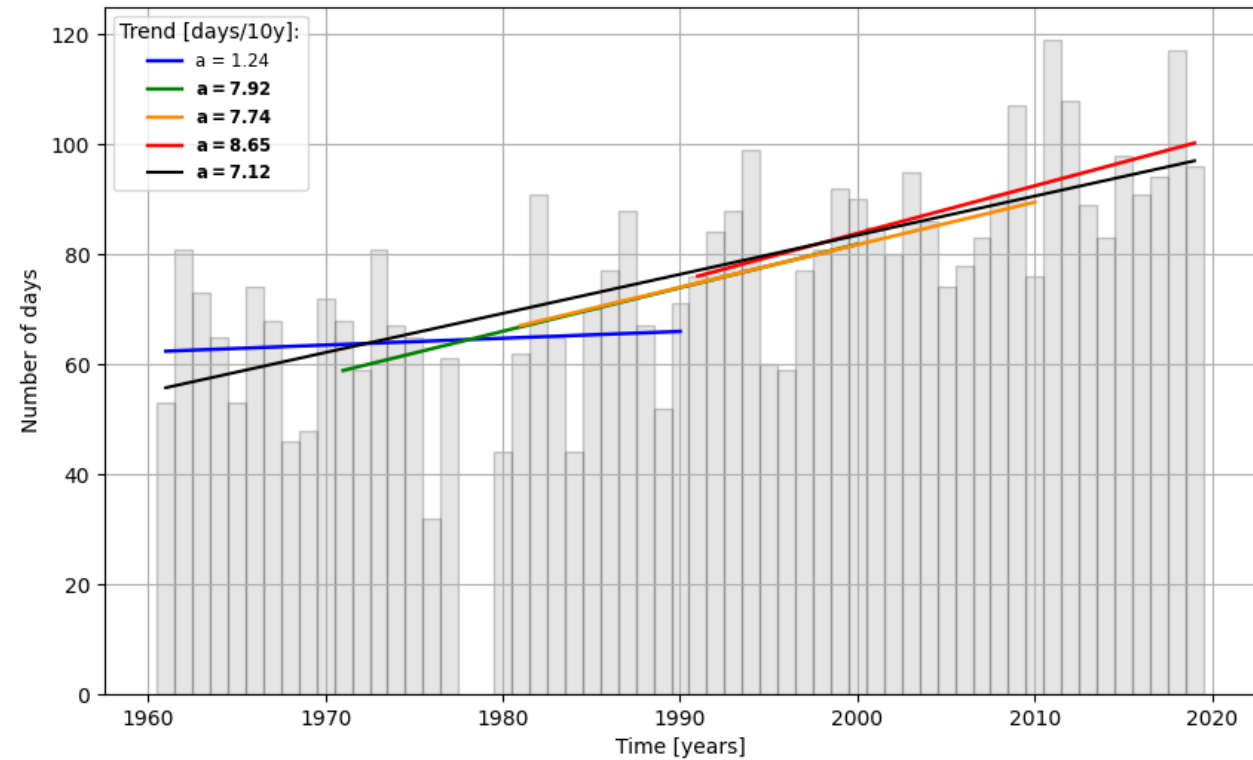
Annual number of summer days



## Tropske noći

$$T_{min} > 20^{\circ}C$$

Annual number of tropical nights

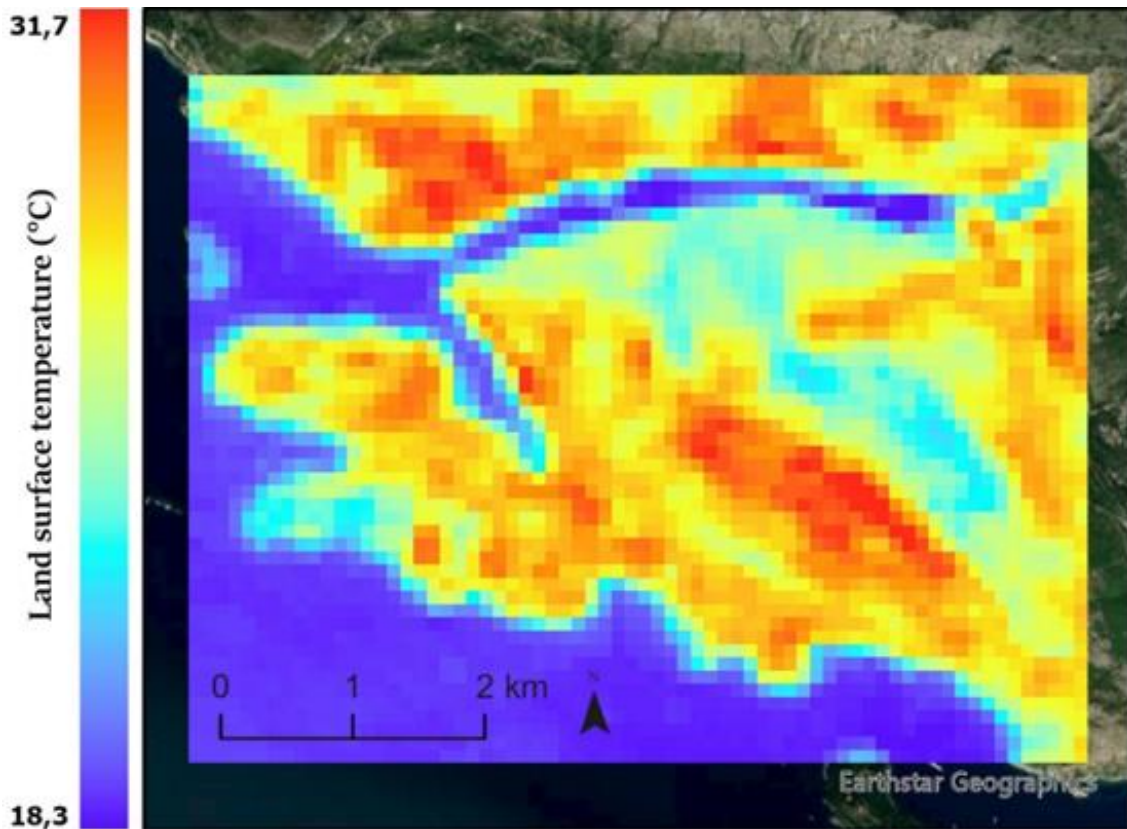


- povećanje dnevnog zagrijavanja grada

- ubrzano povećanje noćnog zagrijavanja grada

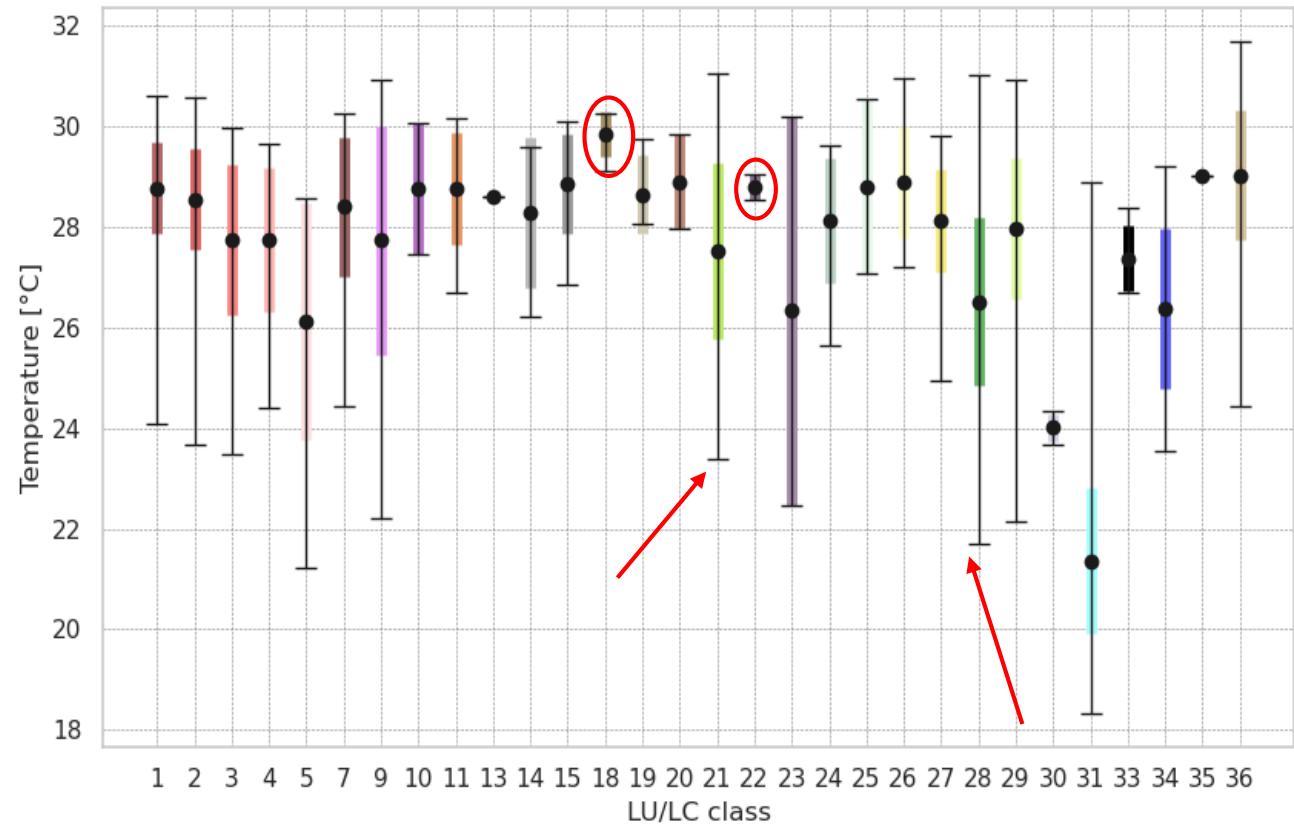
# Rezultati – satelitski podaci

LST



- najviše vrijednosti prosječnog ljetnog LSTja zabilježene su na području urbaniziranog dijela grada i područjima golih stijena

LST\_LULC statistics

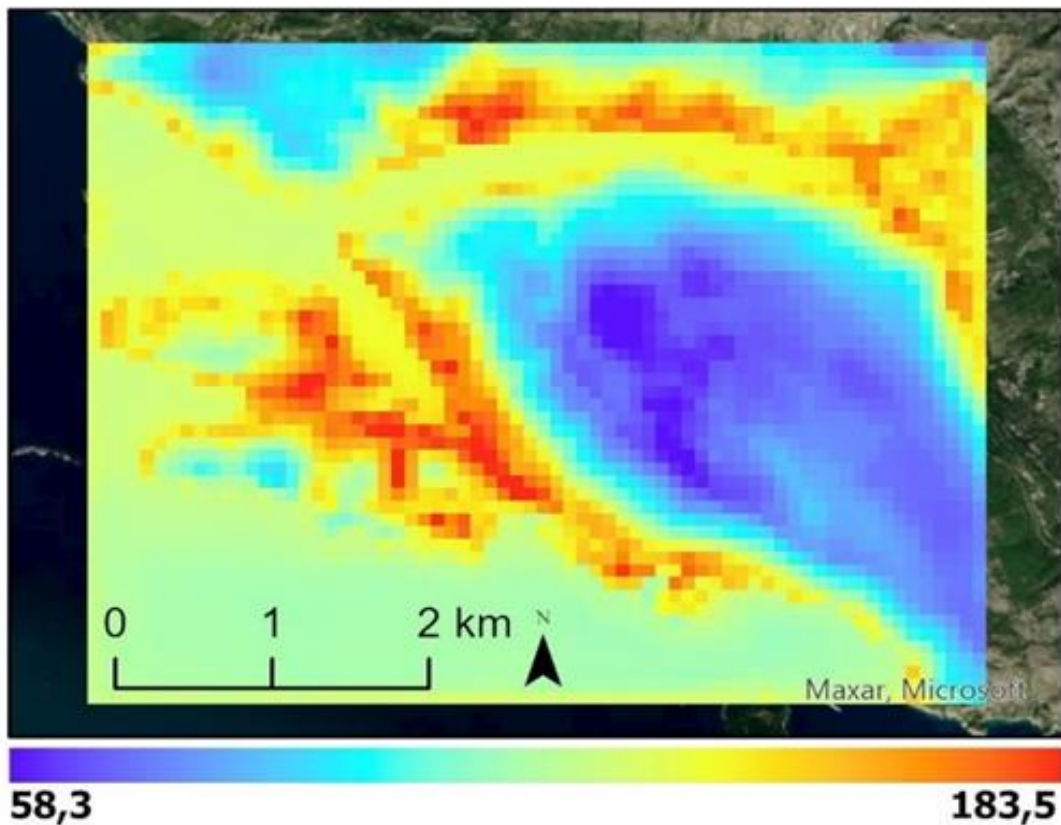


- klase s visokim prosječnim ljetnim LSTjem i malim standardnim devijacijama - 18 (rudokopi i odlagališta otpada), 22 (groblja)

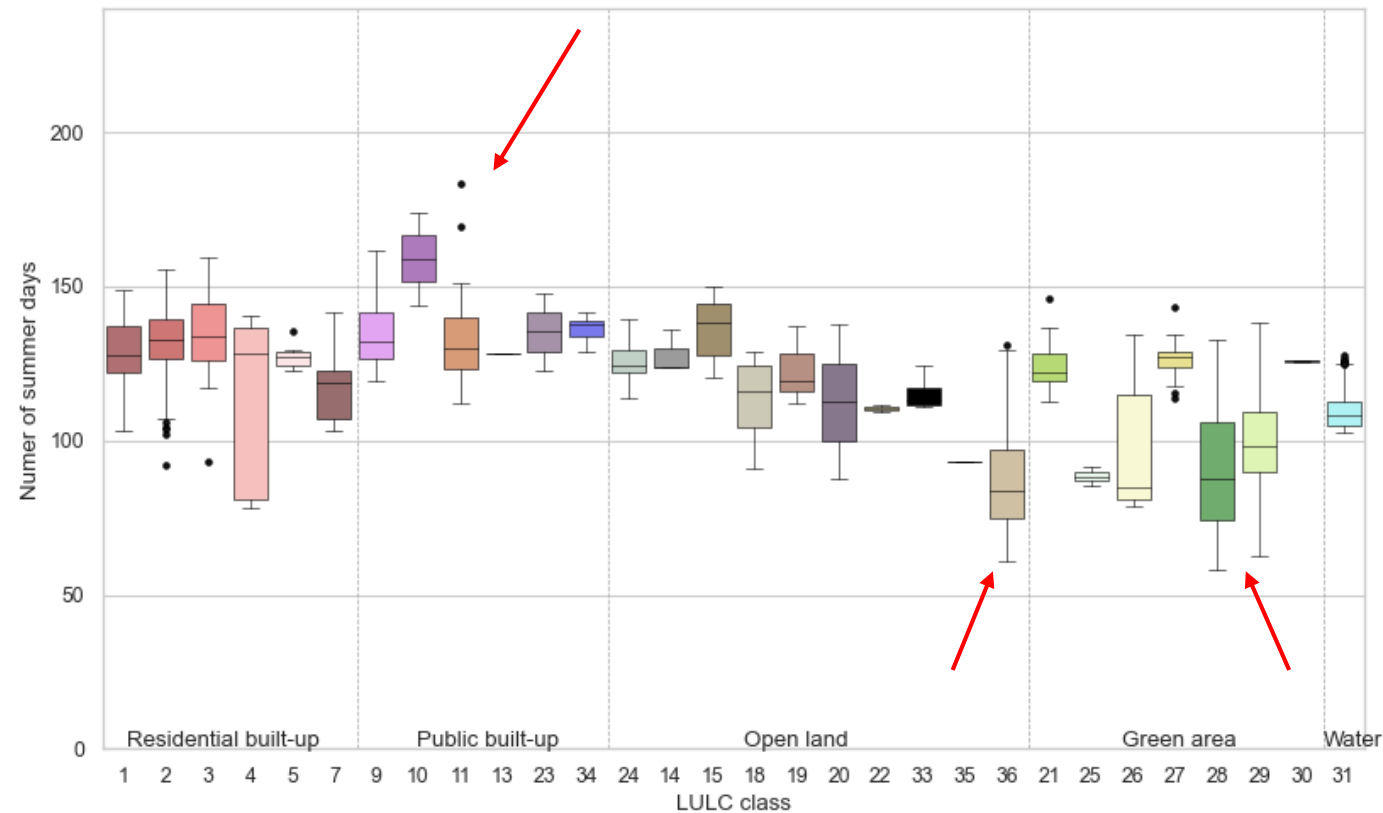


# Rezultati – simulacije modela MUKLIMO\_3

## Prosječni godišnji broj ljetnih dana



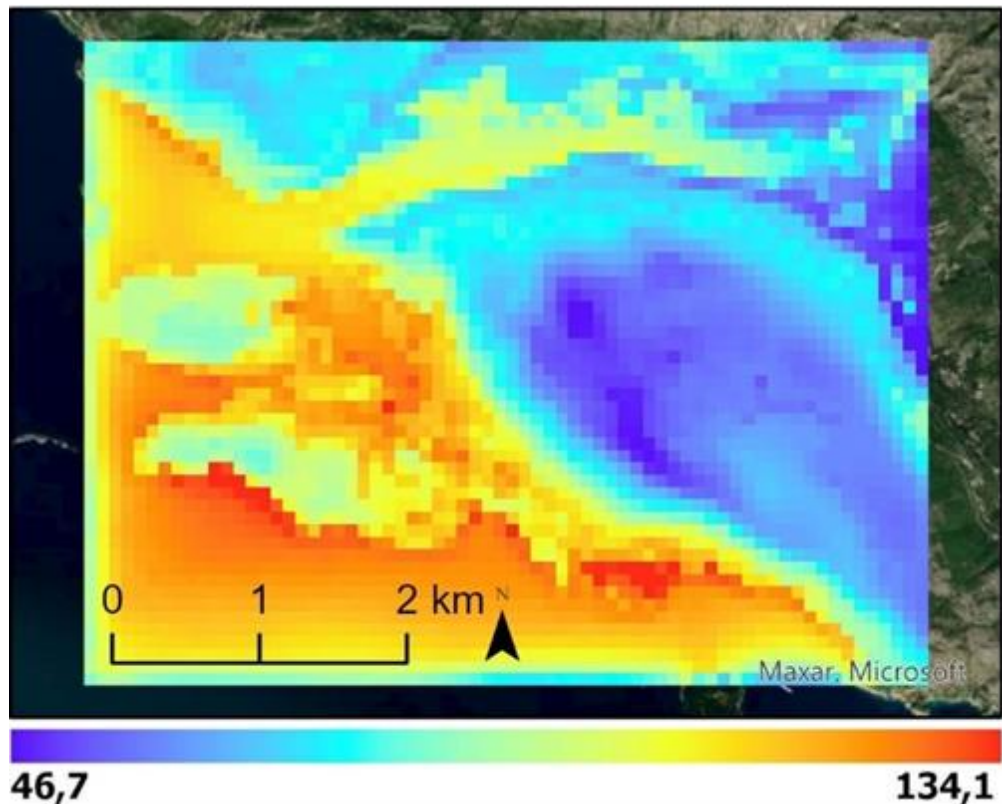
- najviše ljetnih dana dobiveno je u urbaniziranim područjima, dok je najmanje dobiveno u područjima s vegetacijom (šume)



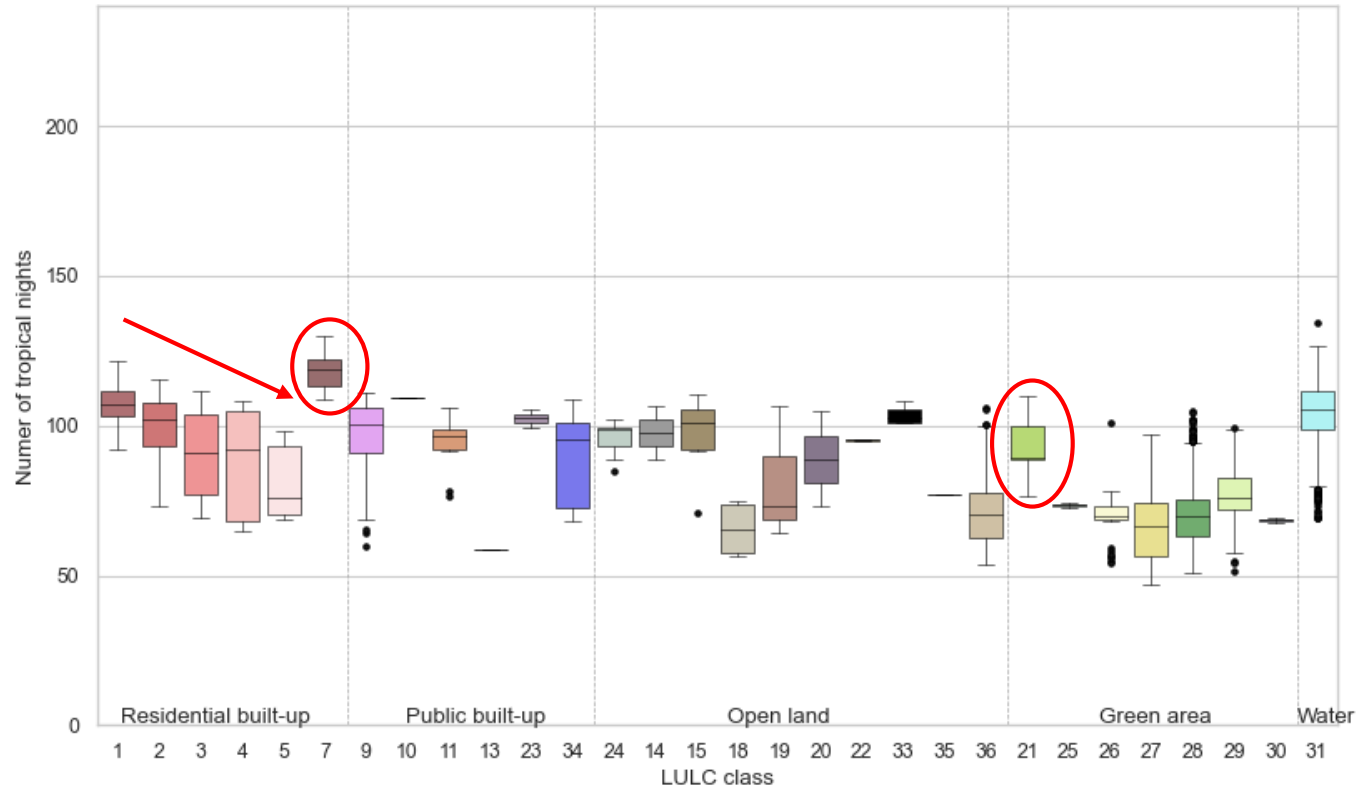
- toplinsko opterećenje je najveće u dijelovima grada neprirodnog podrijetla, primjerice, trgovački centri (10), poslovne zone (9), javne ustanove (11), parkirališta i garaže (15), itd.

# Rezultati – simulacije modela MUKLIMO\_3

## Prosječni godišnji broj tropskih noći



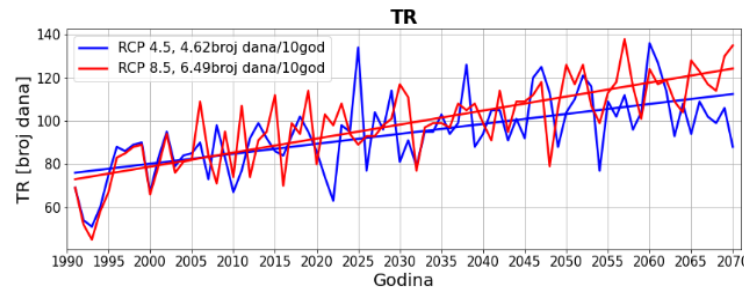
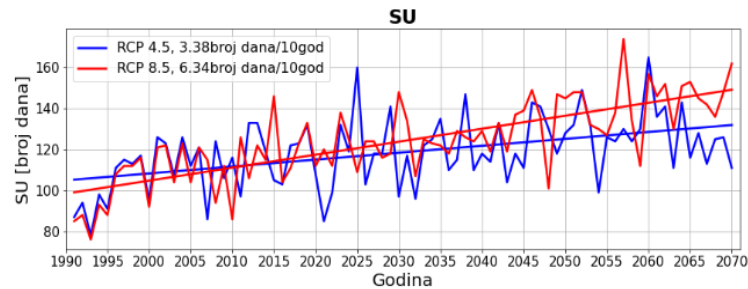
- najviše tropskih noći zabilježeno je u urbaniziranim dijelovima grada, najmanje u šumovitim i stjenovitim dijelovima



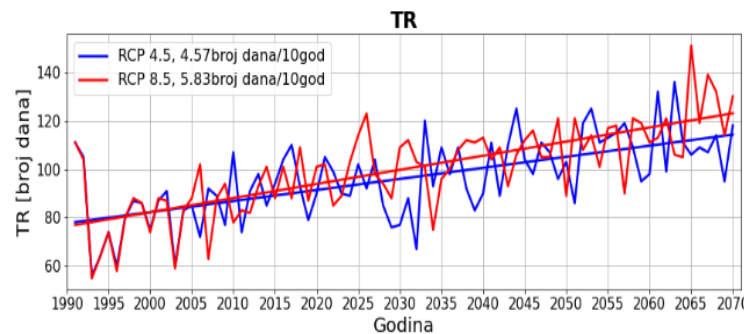
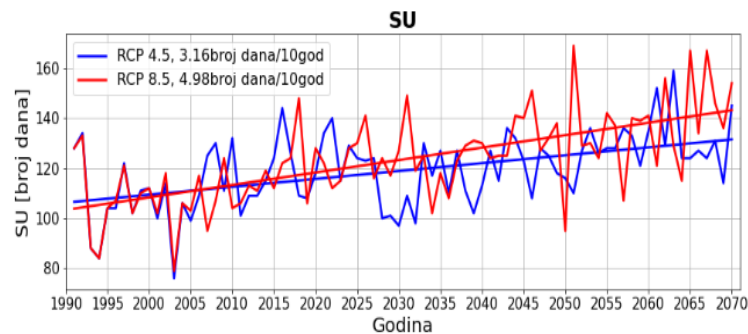
- toplinsko opterećenje je veće u urbaniziranim dijelovima, primjerice, kontinuirana urbana područja (1), stara gradska jezgra (7), poslovne zone (9), itd.

# Što se može očekivati u budućnosti?

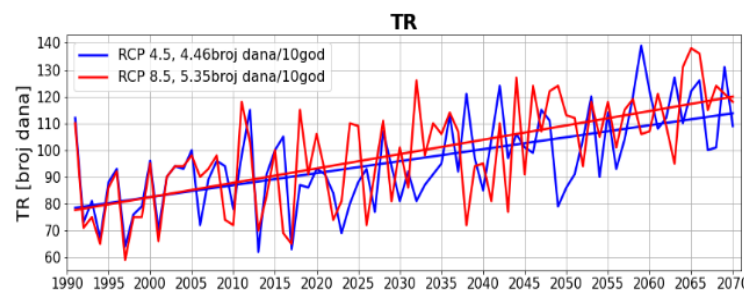
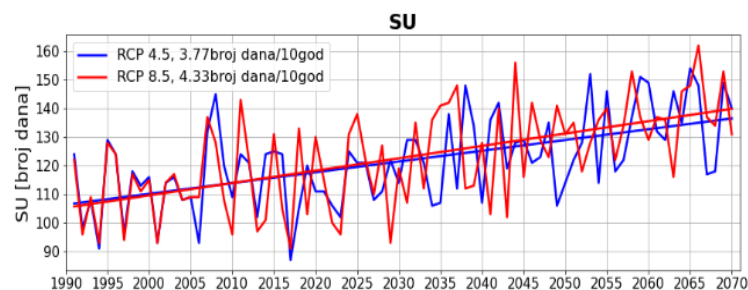
RegCM4 EC



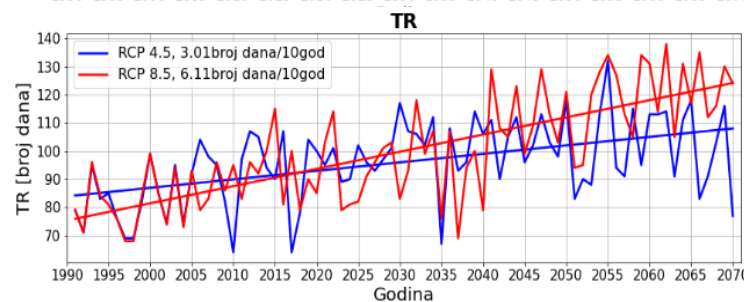
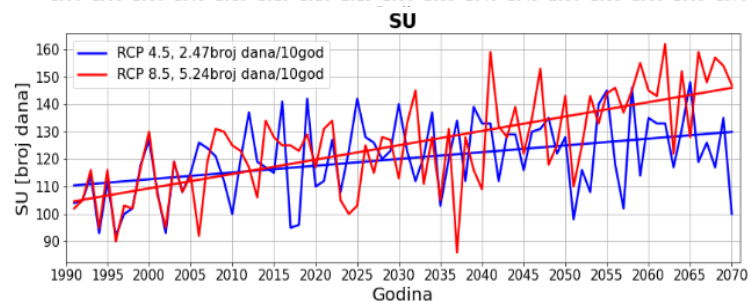
RegCM4 MP



SMHI EC



SMHI EP



Vremenski nizovi klimatskih indeksa **ljetnih dana (SU)** i **tropskih noći (TR)** modeliranih regionalnim klimatskim modelima (RCM) RegCM4 i SMHI-RCA4 forsiranim s globalnim klimatskim modelima (GCM) EC i MP, te pravci trendova i upisani 10-godišnji trendovi.

Izvor :

Mia Agapito, diplomski rad, 2021.

# Zaključci



U razdoblju 1961.-2019. zabilježen je ubrzani rast srednjih dnevnih temperature.



Najviše vrijednosti prosječnog ljetnog LST-ja zabilježene su u urbaniziranim i stjenovitim područjima.



U razdoblju 1961.-2018. najveći temp. porast dobiven je za ljetne maksimalne dnevne temperature.

Uočeno je pojačano noćno zagrijavanje grada.



Rezultati tropskih noći pokazuju da je toplinsko opterećenje najveće u urbaniziranim dijelovima grada, ali da se smanjuje sa smanjenjem gustoće izgrađenosti.

Rezultati ljetnih dana pokazuju da je toplinsko opterećenje najveće u područjima javnih građevina te ukazuju na važnost očuvanja zelenih i prirodnih površina.



U budućnosti se može očekivati dodatni porast temperature.





**HVALA NA PAŽNJI!**