

„ПРЕХРАМБЕНО УГОСТИТЕЉСКА ШКОЛА ЧАЧАК“



УТИЦАЈ САОБРАЋАЈА НА КРЖНОМ ПУТА ОКО ЧАЧКА НА  
КВАЛИТЕТ ВАЗДУХ У ОКРУЖЕЊУ

„ПРЕХРАМБЕНО-УГОСТИТЕЉСКЕ ШКОЛЕ“ У ЧАЧКУ



Аутори:

Ученици „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку

Ментори:

Професори „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку

Чачак, фебруар, март, 2023. године



# Изазовно питање:

- Да ли је здравије на великом одмору седети у школском дворишту или изаћи на саобраћајницу?
- Како бисмо то научно и проверили?

На постављено питање дошли смо до пројектне идеје -  
која је изнедрила ученички пројекат:  
**УТИЦАЈ САОБРАЋАЈА НА КРЖНОМ ПУТА ОКО ЧАЧКА НА  
КВАЛИТЕТ ВАЗДУХ У ОКРУЖЕЊУ  
„ПРЕХРАМБЕНО-УГОСТИТЕЉСКЕ ШКОЛЕ“ У ЧАЧКУ**





## Циљ пројекта:

- утврђивање утицаја саобраћаја на кружном путу око Чачка (Булевар ослободилаца) на квалитет ваздуха у окружењу „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку.

- **Кључне речи:**

квалитет ваздуха, „Прехрамбено – угоститељска школа“ у Чачку,

Булевар ослободилаца - Чачак

# Скраћенице

- ПУШ - „Прехрамбено -угоститељска школа“ Чачак
- ТР - ОШ „Танаско Рајић“ Чачак
  
- РМ10 – Атмосферске честице мање од 10 микрона
- РМ2.5 – Атмосферске честице мање од 2.5 микрона
- РМ1– Атмосферске честице мање од 1 микрона



# Исходи

- Ученици ће моћи да класификују изворе и врсте загађивања ваздуха
- Ученици разумеју значај константног праћења параметара загађења ваздуха- присуство пм честица и ЦО2
- Ученици изводе закључак у вези са утицајем загађења супстанци на жива бића
- Ученици врше процену утицаја климатских промена на глобалном и локалном нивоу
- Ученици дефинишу начине заштите животне средине
- Мотивација и смислено укључивање ученика у наставни процес
- Контакт са ученицима и изван оквира учионице.

# Исходи

- Упознавање ученика са Ардуином.
- Могућности програмирања Ардуина и садржај стартер кит пакета- саме компоненте.
- Израда једноставних кола диоде.
- Сами ученици повезују коло
- Стварање тимског рада
- Израда семафора и коришћења тајмера то јест писања кода у Ардуину.
- Прмена различитих сензора и кодова.
- Развијање креативности ученика за примену Ардуина у заштити животне средине.
- Развијање когнитивних вештина
- Оснаживање ученика у циљу њиховог даљег усавршавања и професионалне оријентације за студирање - каријерног вођења.



# УВОД

- Током 2021. године УНИЦЕФ, уз финансијску подршку Амбасаде Краљевине Норвешке у Београду, је започео реализацију пројекта мерења и прикупљање података о квалитету ваздуха у 15 локалних самоуправа у централној и југозападној Србији на локацији укупно 46 школа. У одабраним школама постављени су уређаји са сензорима за праћење квалитета ваздуха. На свакој локацији постављена су три уређаја, која мере квалитет ваздуха у спољашњој средини.
- Увид у резултате мерења сензорске мреже се одвија кроз додатне две компоненте: Интернет ствари платформе и веб странице намењене школама.
- Уређаји су од априла 2022. постављени на локацијама у школама, и од тада се прате мерења загађења ваздуха узрокована РМ честицама и SO<sub>2</sub> на дневном нивоу уз извештавање на месечном нивоу.

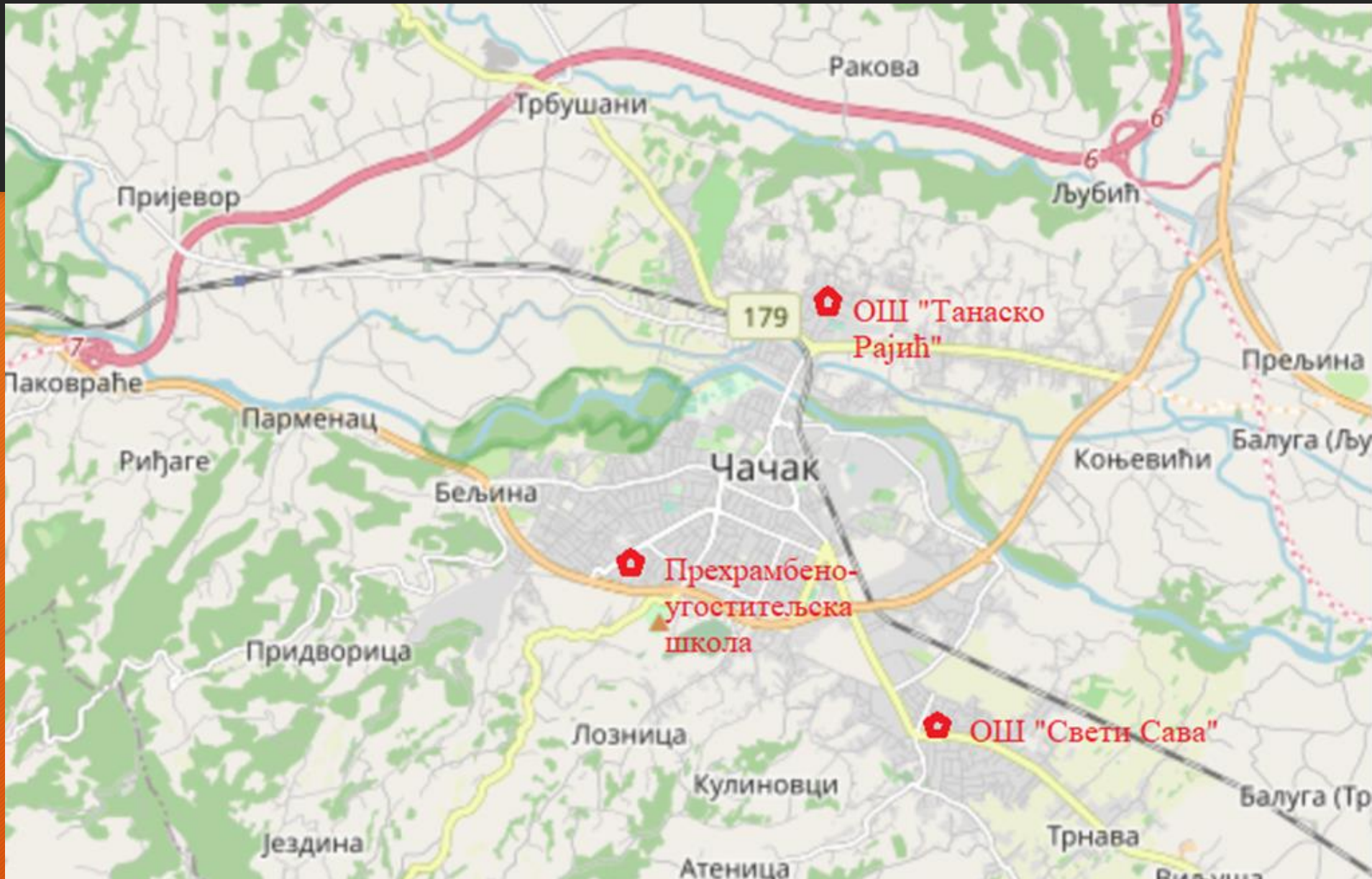
# ОПИС МЕТОДОЛОГИЈЕ

- Мерење квалитета ваздуха у школама врши се уређајима који су постављени на спољним зидовима школе, тако да буду што боље заштићени од атмосферских падавина. Регистровање података се врши са минутном резолуцијом уз редовно похрањивање података на IoT платформи. Уређаји су повезани на школске интернет мреже.



Уређаји за мерење квалитета ваздуха на згради „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку





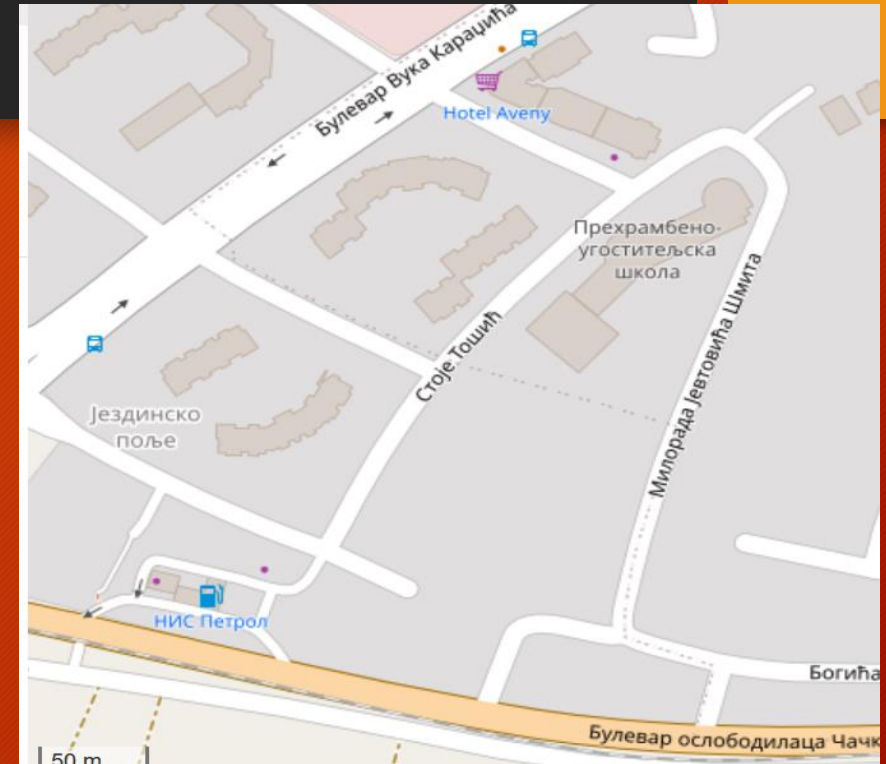
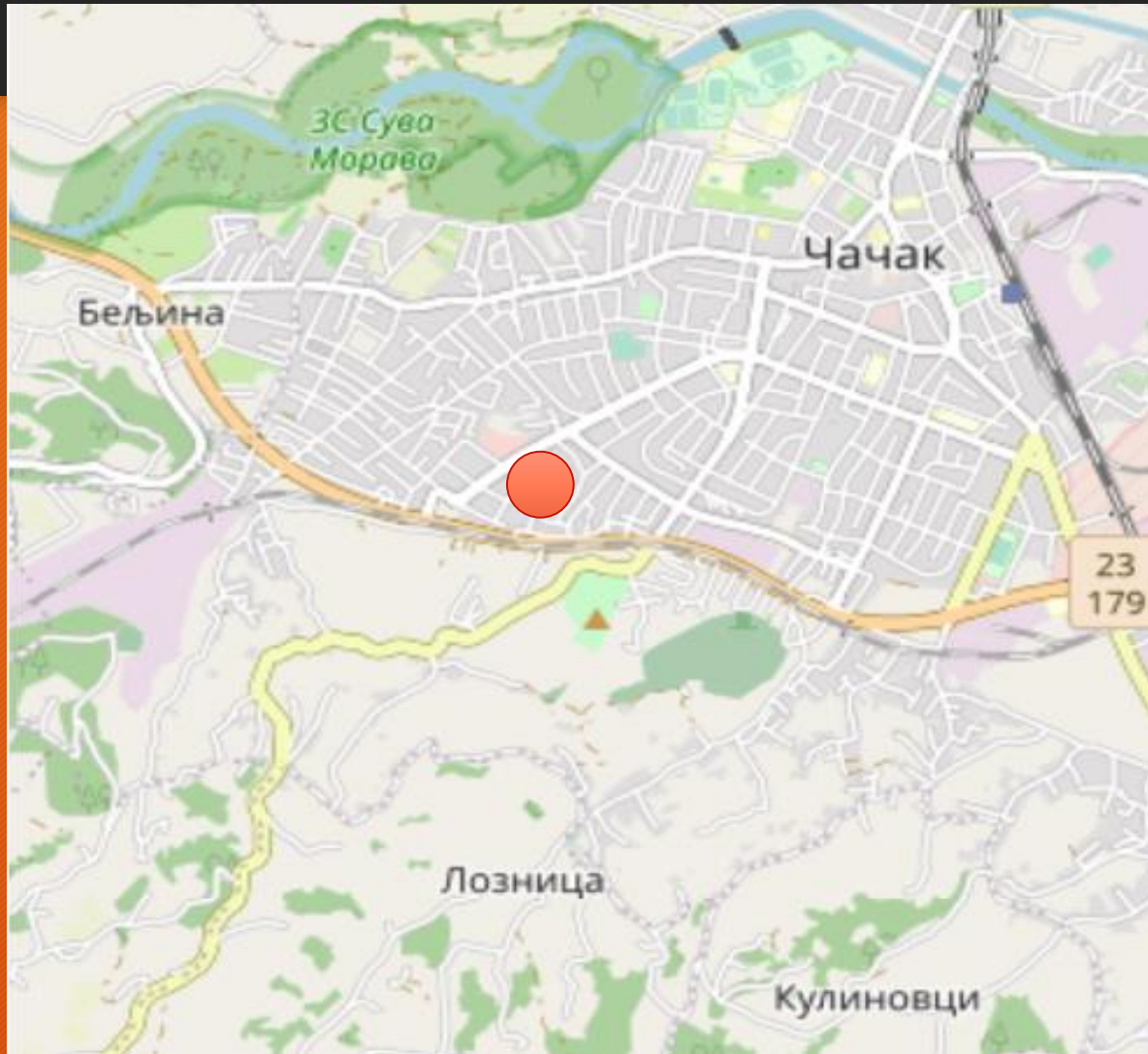
Школска мрежа мерних станица квалитета ваздуха општине Чачак састоји се од 3 школе.

# Начин рада мерних станица школске мреже на територији/општини Чачак

| Тип мерног места | Загађујуће материје                      | Метода   | Учесталост мерења (резолуција) | Врсте мерења      |
|------------------|--|----------|--------------------------------|-------------------|
| фиксно           | SO <sub>2</sub>                          | хемијска | 1 мин                          | µg/m <sup>3</sup> |
|                  | NO <sub>2</sub>                          | хемијска |                                |                   |
|                  | PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub><br>/ | оптичка  |                                |                   |
|                  | PM <sub>1</sub>                          |          |                                |                   |
|                  | NO <sub>2</sub>                          | хемијска |                                |                   |
|                  | PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub><br>/ | оптичка  |                                |                   |
| PM <sub>1</sub>  |  |          |                                |                   |



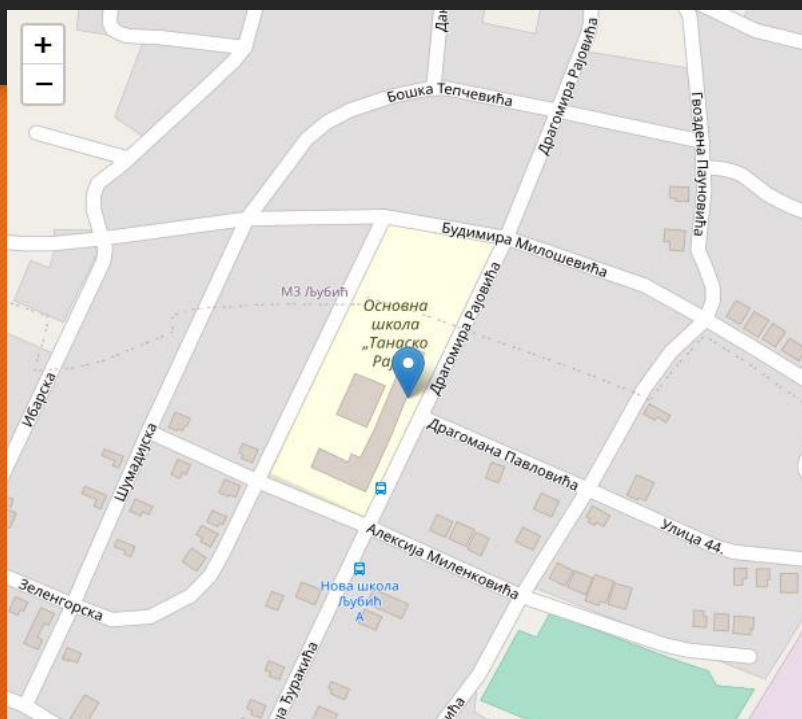
## „Прехрамбено -угоститељска школа“ , положај школе



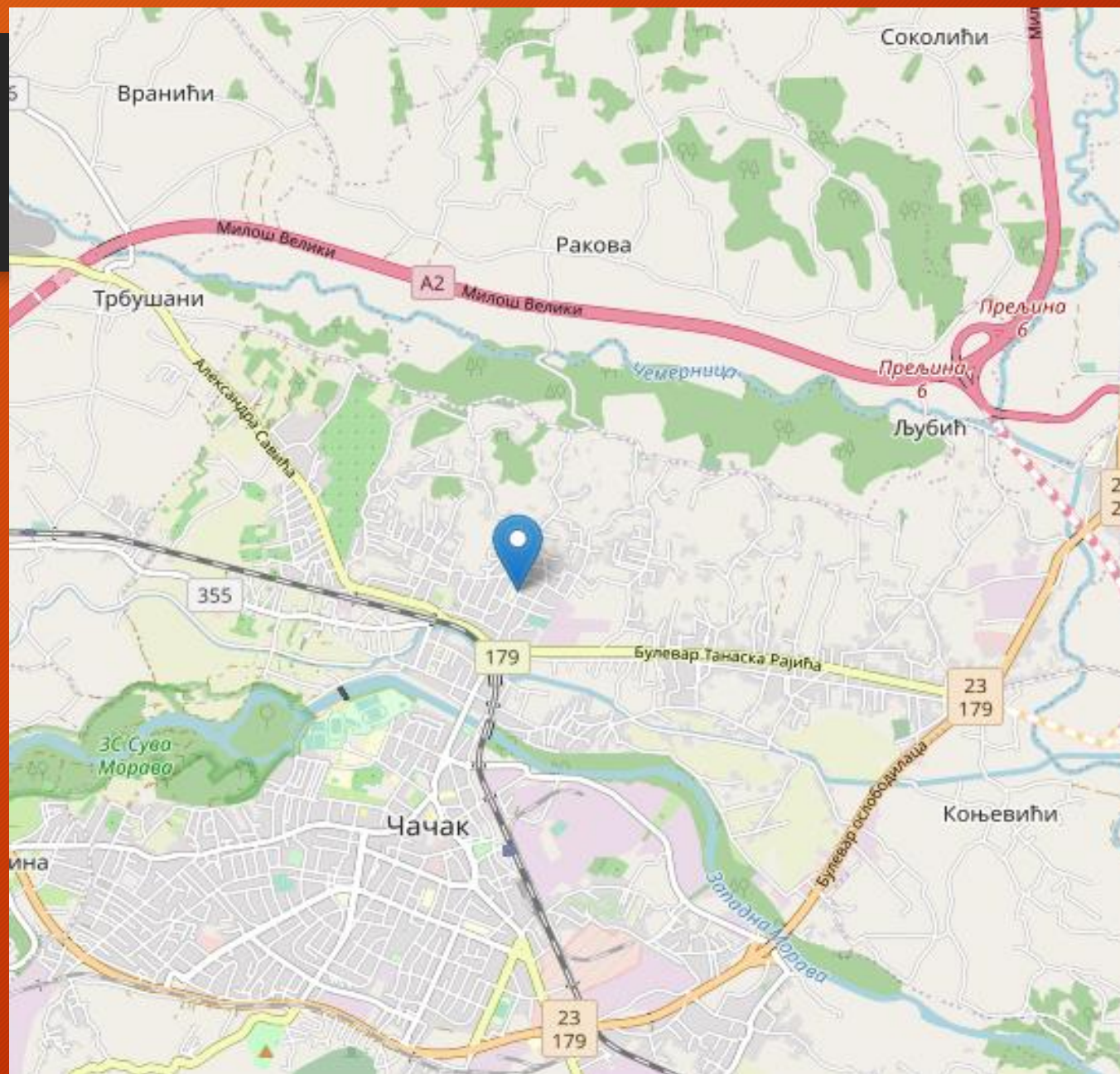
Школа се налази у близини Булевара ослободилаца у Чачку, који има већи обим саобраћаја, локалног, регионалног и републичког значаја.



## ОШ "Танаско Рајић" Чачак, положај школе



Зона у којој се школа налази је приградска. Школа се налази у широкој улици са малим обимом саобраћаја (мање од 2000 возила дневно).





# Саобраћај на Булевару ослободилаца у Чачаку у близини „Путева“



# Главни загађивачи који долазе из аутомобила су:

- угљен-моноксид,  $\text{CO}_2$
- угљоводоници,  $\text{HC}$
- азот-оксид,  $\text{NO}_x$
- сумпор-диксид,  $\text{SO}_2$
- дим и чађ.



- Супстанце које у атмосферу долазе кроз издувне системе возила, подижу ризик од обољевања од карцинома и доприносе проблемима попут астме, срчаних обољења, урођених мана и иритације очију.
- Оно што представља највећи проблем је што је загађење које изазивају аутомобили махом сконцентрисано у урбаним подручјима и дуж главних саобраћајница. Доиста, савременија горива и нове технологије доприносе смањењу загађења. Данашњи аутомобили емитују 75 до 90 одсто мање полутаната у односу на возила из седамдесетих.

# РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И ДИСКУСИЈА

## PM 10 честице

| Загађујућа материја PM 10 |  |       |  |   |       |   |        |  |    |
|---------------------------|--|-------|--|---|-------|---|--------|--|----|
| Месец                     | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<br>ПУШ - ТР | Минималана дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Максимална дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |        | Број дана са прекорачењем граничне вредности |    |
|                           | ПУШ  | ТР    |  | ПУШ   | ТР    | ПУШ   | ТР     | ПУШ  | ТР |
| јун                       | 18,18  | 18,00 | 0,18   | 9,88  | 10,04 | 41,30   | 38,03  | 0  | 0  |
| јул                       | 15,41  | 15,58 | -0,17  | 6,33  | 6,65  | 31,17   | 30,94  | 0  | 0  |
| август                    | 19,31  | 19,69 | -0,37  | 11,36   | 11,44 | 31,36   | 30,69  | 0  | 0  |
| септембар                 | 20,75  | 22,57 | -1,82  | 6,98  | 10,27 | 45,11   | 52,58  | 0  | 1  |
| октобар                   | 44,08  | 49,54 | -5,46  | 12,50   | 16,56 | 70,17   | 76,33  | 10   | 18 |
| новембар                  | 70,92  | 72,37 | -1,45  | 34,16   | 31,63 | 137,42  | 124,78 | 22   | 21 |



## Анализа табеле и графикана:



Средња месечна вредност РМ 10 честица је у готово свим праћеним месецима, нарочито у октобру и новембру, када почиње грејна сезона била већа у окружењу школе „Танаско Рајић“. У јуну је ова вредност незнатно већа била на територији „Прехрамбено – угоститељске школе“.

# PM 2,5 честице

| Загађујућа материја PM 2,5 |  |              |  |   |       |   |       |  |    |
|----------------------------|--|--------------|--|---|-------|---|-------|--|----|
| Месец                      | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |              | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<br>ПУШ - ТР | Минималана дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Максимална дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Број дана са прекорачењем граничне вредности |    |
|                            | ПУШ  | ТР           |  | ПУШ   | ТР    | ПУШ   | ТР    | ПУШ  | ТР |
| јун                        | <b>11,95</b>   | <b>11,69</b> | <b>0,26</b>  | 4,68  | 4,84  | 30,19   | 28,16 | 5  | 7  |
| јул                        | <b>9,53</b>  | <b>9,70</b>  | <b>-0,17</b>   | 1,56  | 1,90  | 23,25   | 22,79 | 0  | 7  |
| август                     | <b>12,88</b>   | <b>13,30</b> | <b>-0,42</b>   | 6,8   | 6,14  | 22,18   | 21,89 | 10   | 8  |
| септембар                  | <b>14,02</b>   | <b>15,57</b> | <b>-1,55</b>   | 5,23  | 5,60  | 32,98   | 39,19 | 12   | 15 |
| октобар                    | <b>31,56</b>   | <b>36,42</b> | <b>-4,86</b>   | 6,49  | 9,72  | 53,24   | 58,59 | 27   | 28 |
| новембар                   | <b>53,58</b>   | <b>54,58</b> | <b>-1</b>  | 23,67   | 21,79 | 111,97  | 97,06 | 30   | 28 |



## Анализа табеле и графика:



Средња месечна вредност PM 2,5 честица је такође у већини праћених месеци, нарочито у октобру и новембру, била већа у окружењу школе „Танаско Рајић“. У јуну је као и у претходном случају ова вредност незнатно већа била на територији „Прехрамбено – угоститељске школе“.

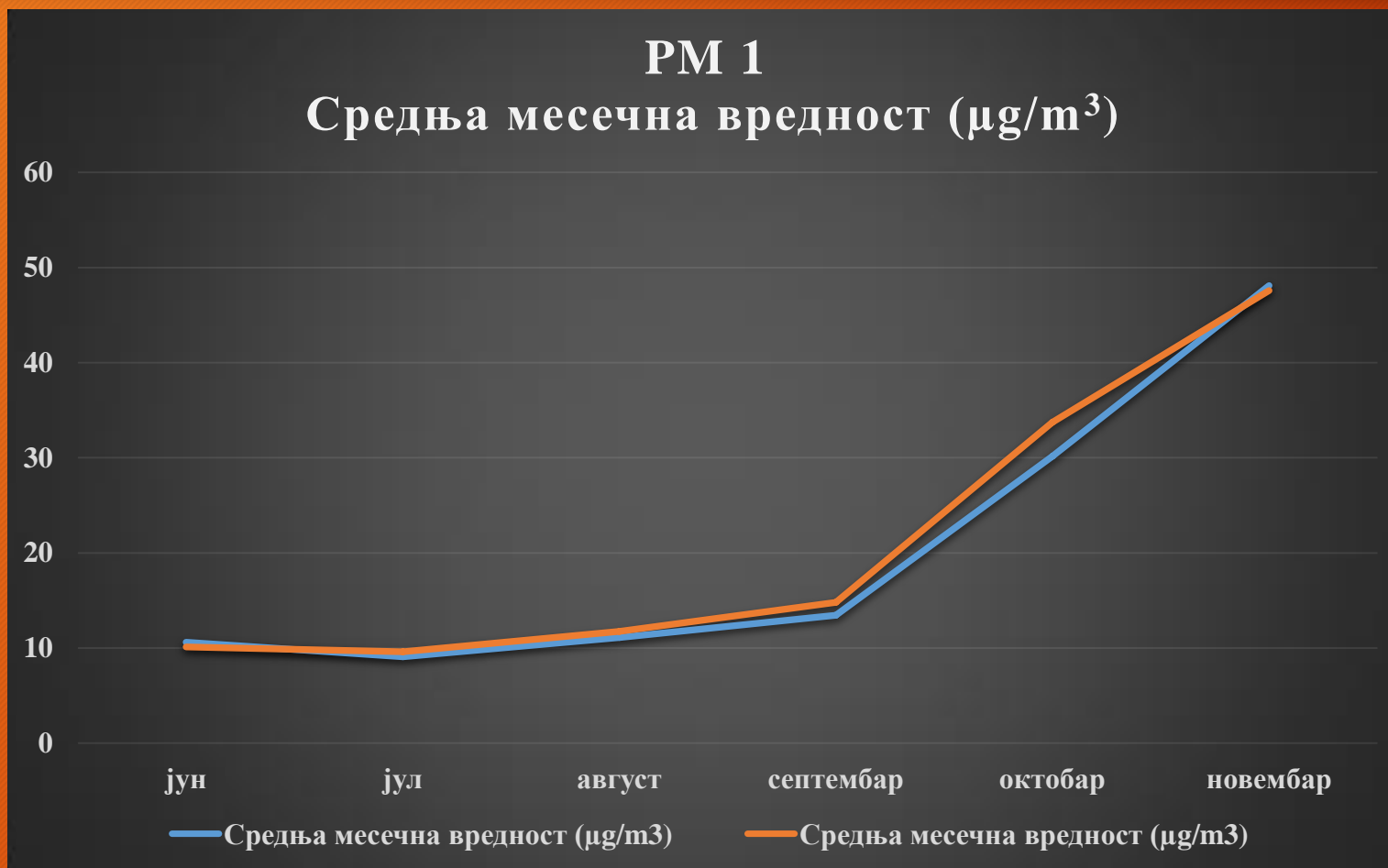
# PM 1 честице

## Загађујућа материја PM 1

| Месец     | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |              | Средња месечна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<br>ПУШ - ТР | Минималана дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Максимална дневна вредност ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |       | Број дана са прекорачењем граничне вредности |    |
|-----------|--|--------------|--|---|-------|---|-------|--|----|
|           | ПУШ  | ТР           |  | ПУШ   | ТР    | ПУШ   | ТР    | ПУШ  | ТР |
| јун       | <b>10,61</b>   | <b>10,14</b> | <b>0,47</b>  | 3,73  | 3,43  | 28,34   | 26,54 | 0  | 0  |
| јул       | <b>9,09</b>  | <b>9,62</b>  | <b>-0,53</b>   | 2,52  | 3,16  | 21,75   | 21,49 | 0  | 0  |
| август    | <b>11,10</b>   | <b>11,77</b> | <b>-0,67</b>   | 4,57  | 4,53  | 19,44   | 19,98 | 0  | 0  |
| септембар | <b>13,46</b>   | <b>14,82</b> | <b>-1,36</b>   | 4,18  | 3,80  | 30,21   | 35,74 | 0  | 0  |
| октобар   | <b>30,18</b>   | <b>33,75</b> | <b>-3,57</b>   | 8,45  | 10,21 | 47,79   | 53,16 | 0  | 0  |
| новембар  | <b>48,12</b>   | <b>47,60</b> | <b>0,52</b>  | 20,91   | 19,8  | 99,40   | 83,36 | 0  | 0  |



## Анализа табеле и графикана:



Средња месечна вредност PM 1 честица је у готово свим праћеним месецима, нарочито у октобру била већа у окружењу школе „Танаско Рајић“.

У јуну и октобру ова вредност је незнатно већа била на територији „Прехрамбено – угоститељске школе“.

Анализа табеле:

Ваздух је чешће био јако загађен и загађен на територији ОШ „Танаско Рајић“ у октобру и новембру.

Такође је чешће био одличан на територији ОШ „Танаско Рајић“ у јуну и јулу.

### КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА

| Месец     | ОДЛИЧАН |    | ДОБАР |    | ПРИХВАТЉИВ |    | ЗАГАЂЕН |    | ЈАКО ЗАГАЂЕН |    |
|-----------|---------|----|-------|----|------------|----|---------|----|--------------|----|
|           | ПУШ     | ТР | ПУШ   | ТР | ПУШ        | ТР | ПУШ     | ТР | ПУШ          | ТР |
| јун       | 19      | 28 | 2     | 1  | 1          | 1  |         |    |              |    |
| јул       | 27      | 28 | 4     | 3  |            |    |         |    |              |    |
| август    | 26      | 26 | 5     | 5  |            |    |         |    |              |    |
| септембар | 20      | 18 | 7     | 9  | 3          | 2  |         | 1  |              |    |
| октобар   | 4       | 4  | 2     | 1  | 15         | 8  | 10      | 17 |              | 1  |
| новембар  |         |    | 1     | 1  | 7          | 6  | 11      | 9  | 11           | 12 |



## ГОДИНА 2020.

- Обим саобраћаја на Булевару ослободилаца (Кружном путу око Чачка) био је нарочито велики у периоду од отварања дела ауто – пута Милош Велики, од Љига до Прељине (новембра 2016) до отварања дела ауто пута од Прељине до Паковраћа (јануара 2022). Ово је био период већих саобраћајних гужви и повремених краћих застоја саобраћаја на овом булевару.
- У следећим табелама и графиконима приказани су и анализирани подаци једне од „најкритичнијег година“ 2020, са мерног места „Путеви“ крај Булевара ослободилаца и мерног места „Коста Новаковић“ у центру града, кроз који се такође одвија саобраћај, али локалног значаја.

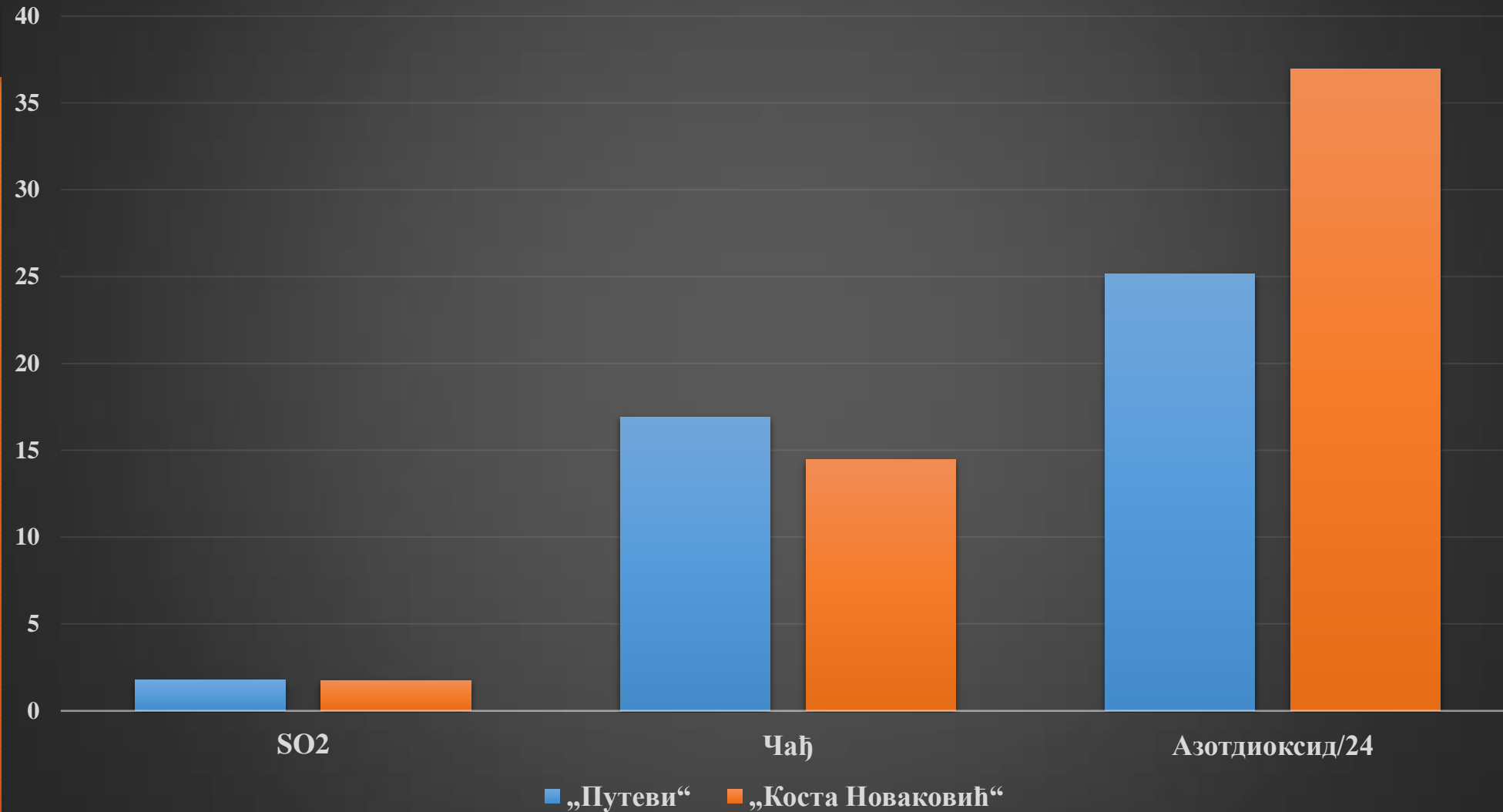
| СТАТИСТИКА<br>/ ПАРАМЕТРИ<br>2020.          | SO <sub>2</sub>           |                           | ЧАЂ                       |                           | АЗОТДИОКСИД/24         |                           | СО                |                   | УКУПНЕ<br>ТАЛОЖНЕ<br>МАТЕРИЈЕ |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
|   | ПУШ                       | КН                        | ПУШ                       | КН                        | ПУШ                    | КН                        | ПУШ               | КН                | ПУШ                           |
|   | mikro<br>g/m <sup>3</sup> | mikro<br>g/m <sup>3</sup> | mikro<br>g/m <sup>3</sup> | mikro<br>g/m <sup>3</sup> | mikro g/m <sup>3</sup> | mikro<br>g/m <sup>3</sup> | mg/m <sup>3</sup> | mg/m <sup>3</sup> | mg/m <sup>2</sup> /dan        |
| ГРАНИЧНА<br>ВРЕДНОСТ                        | 50                        | 50                        | 50                        | 50                        | 40                     | 40                        | 5                 | 5                 | 200                           |
| Број мерења                                 | 323                       | 311                       | 323                       | 311                       | 323                    | 319                       |                   |                   | 11                            |
| <b>Средња год.<br/>вредност</b>             | <b>1,77</b>               | <b>1,74</b>               | <b>16,92</b>              | <b>14,47</b>              | <b>25,16</b>           | <b>36,95</b>              |                   |                   | <b>147,42</b>                 |
| Медијана ( Ц50)                             | 1,30                      | 1,30                      | 12,00                     | 12,00                     | 21,00                  | 34,00                     |                   |                   |                               |
| Фреквенца<br>високих конц.<br>(Ц98)         | 5,00                      | 4,00                      | 54,00                     | 38,00                     | 49,00                  | 66,10                     |                   |                   |                               |
| Мин. вредност                               | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0                      | 0                         |                   |                   |                               |
| Макс. вредност                              | 10                        | 7                         | 96                        | 96                        | 77                     | 108                       |                   |                   |                               |
| Број дана ><br>гранична вредност<br>/ датум | 0                         | 0                         | 18                        | 5                         | 0                      | 4                         |                   |                   |                               |



| СРЕДЊА<br>ГОД.<br>ВРЕДНОСТ | МЕРНО<br>МЕСТО       | SO <sub>2</sub> | ЧАЂ          | АЗОТДИОКСИД/24 |
|----------------------------|----------------------|-----------------|--------------|----------------|
|                            | „Путеви“             | <b>1,77</b>     | <b>16,92</b> | <b>25,16</b>   |
|                            | „Коста<br>Новаковић“ | <b>1,74</b>     | <b>14,47</b> | <b>36,95</b>   |

Из приложене табеле може се уочити приближна концентрација сумпор диоксида у ваздуху на оба мерна места, веће присуство чађи крај „Путева“ и веће присуство азотдиоксида у центру града.

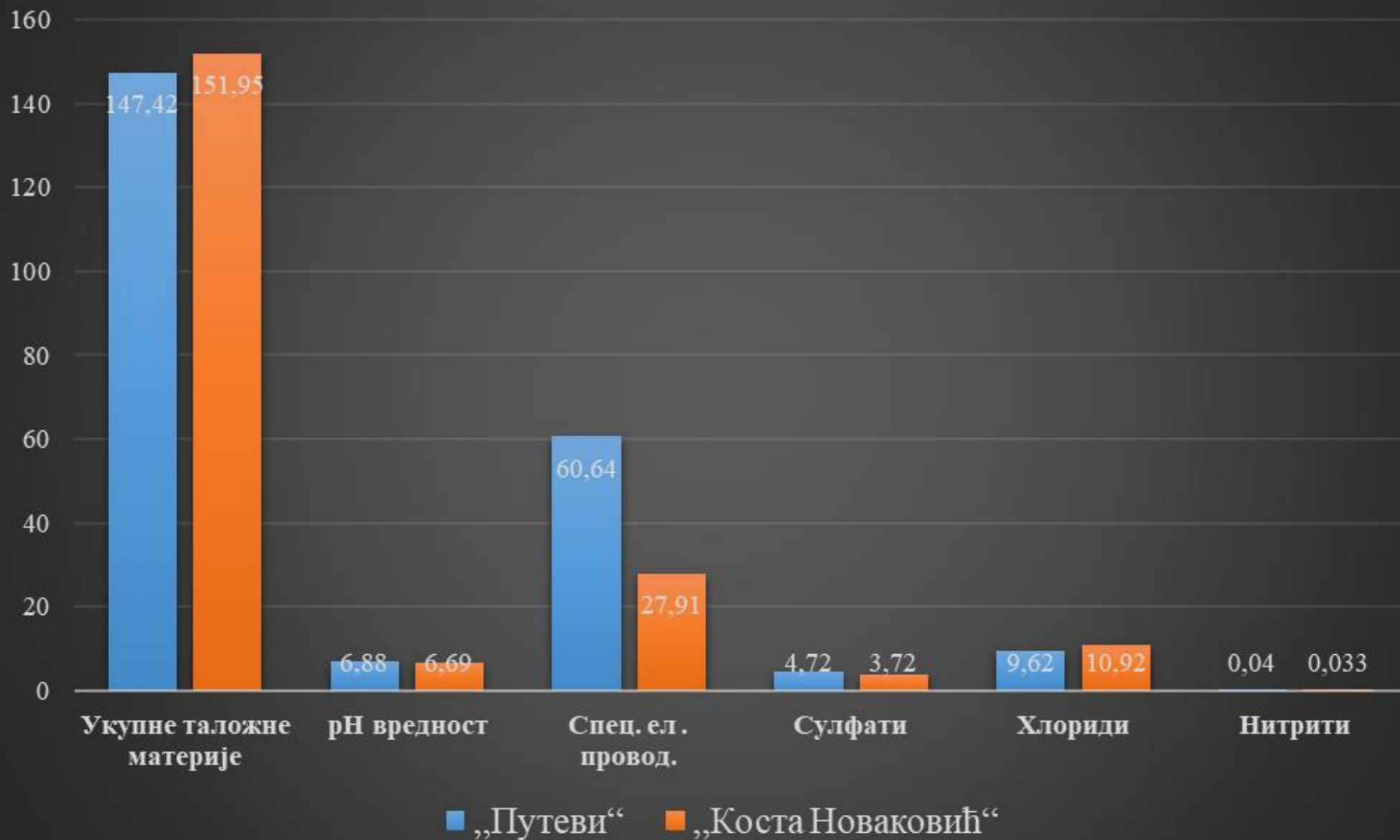
# ОСНОВНЕ ЗАГАЂУЈУЋЕ МАТЕРИЈЕ (mikro g/m<sup>3</sup>)





| СТАТИСТИКА / ПАРАМЕТРИ  |                      | УКУПНЕ<br>ТАЛОЖНЕ<br>МАТЕРИЈЕ | РН<br>ВРЕДНОСТ | СПЕЦ. ЕЛ .<br>ПРОВОД. | СУЛФАТИ                | ХЛОРИДИ                | НИТРИТИ                 |
|-------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                         |                      | mg/m <sup>2</sup> /dan        |                | mikro S/cm            | mg/m <sup>2</sup> /dan | mg/m <sup>2</sup> /dan | mgN/m <sup>2</sup> /dan |
| СРЕДЊА ГОД.<br>ВРЕДНОСТ | „Путеви“             | 147,42                        | 6,88           | 60,64                 | 4,72                   | 9,62                   | 0,04                    |
|                         | „Коста<br>Новаковић“ | 151,95                        | 6,69           | 27,91                 | 3,72                   | 10,92                  | 0,033                   |

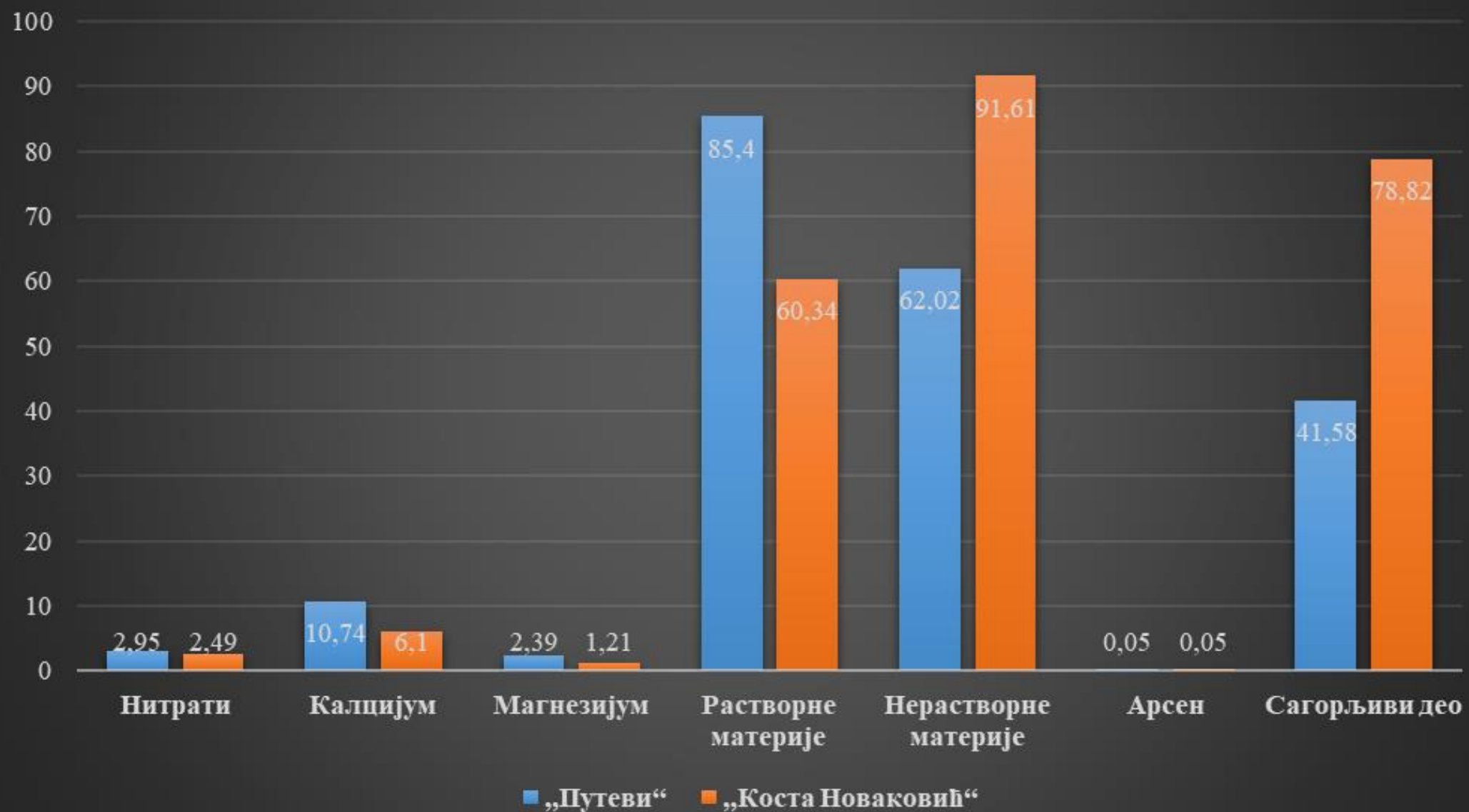
# ТАЛОЖНЕ МАТЕРИЈЕ





| СТАТИСТИКА /<br>ПАРАМЕТРИ  |                      | Нитрати                    | Калцијум                  | Магнезијум             | Растворне<br>материје  | Нерастворне<br>материје | Арсен                          | Сагорљиви<br>део       |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|
|                            |                      | mgN/m <sup>2</sup><br>/dan | mg/m <sup>2</sup><br>/dan | mg/m <sup>2</sup> /dan | mg/m <sup>2</sup> /dan | mg/m <sup>2</sup> /dan  | mikro<br>g/m <sup>2</sup> /dan | mg/m <sup>2</sup> /dan |
| Средња<br>год.<br>вредност | „Путеви“             | 2,95                       | 10,74                     | 2,39                   | 85,40                  | 62,02                   | 0,05                           | 41,58                  |
|                            | „Коста<br>Новаковић“ | 2,49                       | 6,10                      | 1,21                   | 60,34                  | 91,61                   | 0,05                           | 78,82                  |

# ТАЛОЖНЕ МАТЕРИЈЕ

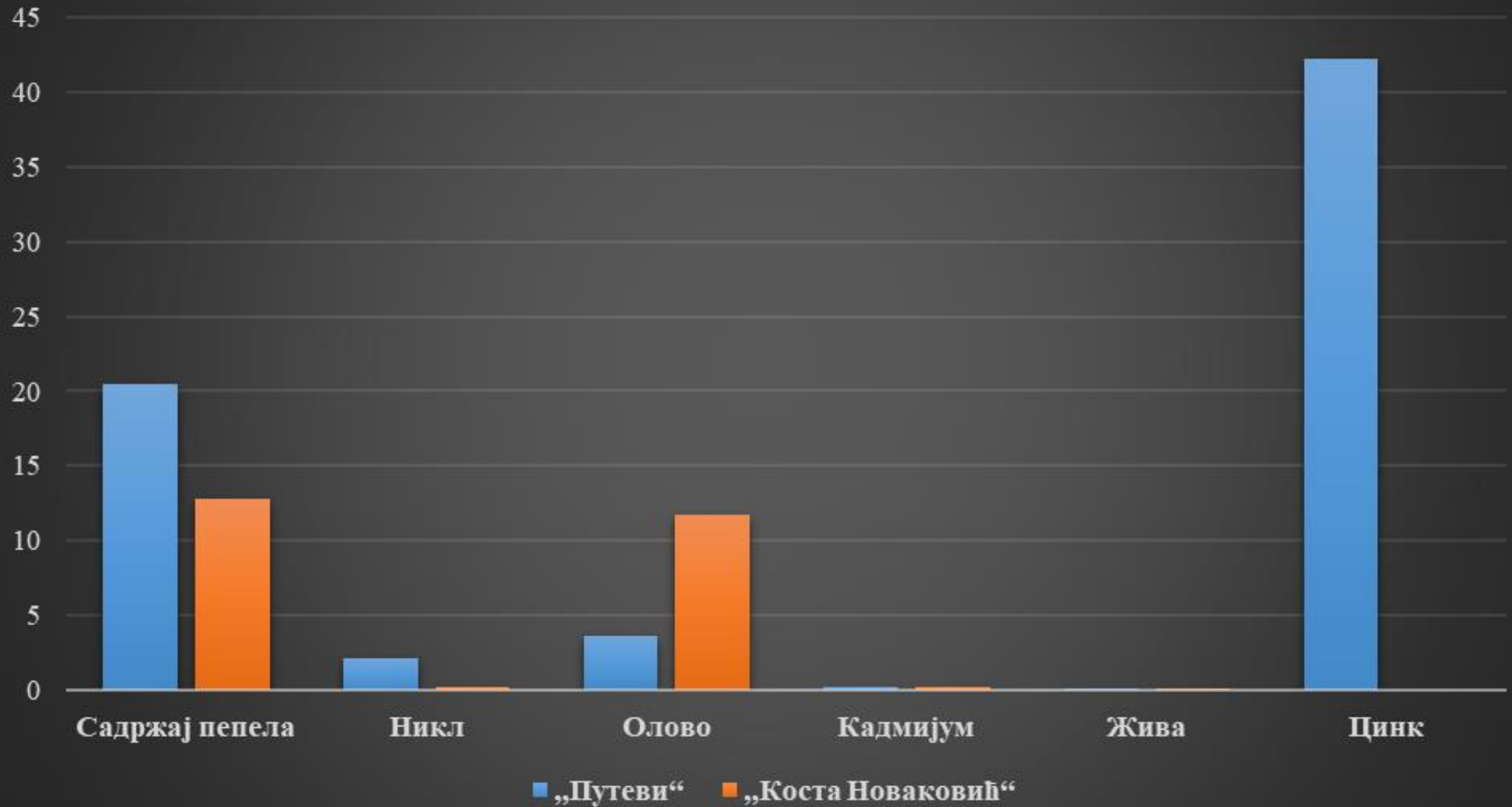




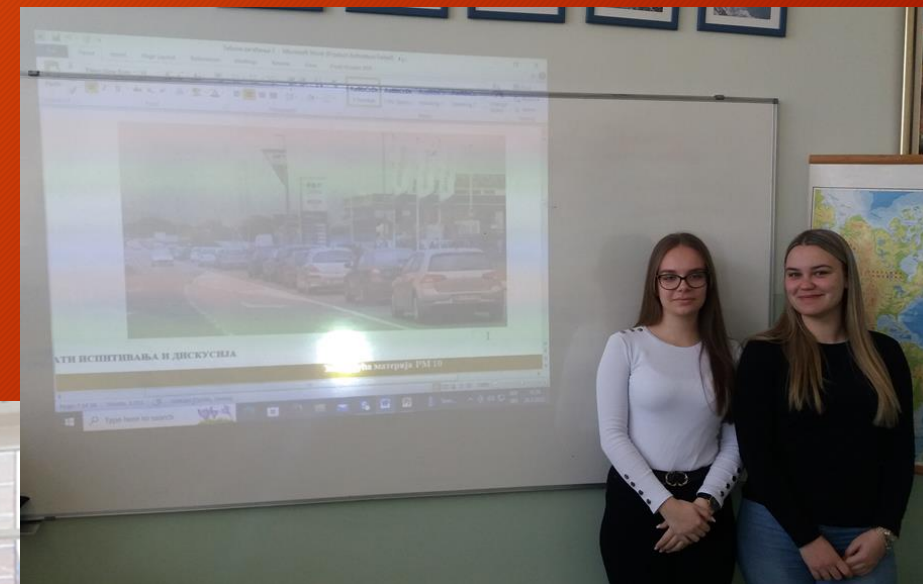
| СТАТИСТИКА /<br>ПАРАМЕТРИ |                      | Садржај пепела         | Никл                        | Олово                       | Кадмијум                    | Жива                        | Цинк                        |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           |                      | mg/m <sup>2</sup> /dan | mikro g/m <sup>2</sup> /dan | mikro g/m <sup>2</sup> /dan | mikro g/m <sup>2</sup> /dan | mikro g/m <sup>2</sup> /dan | mikro g/m <sup>2</sup> /dan |
| Средња год.<br>вредност   | „Путеви“             | 20,44                  | 2,16                        | 3,64                        | 0,25                        | 0,11                        | 42,20                       |
|                           | „Коста<br>Новаковић“ | 12,79                  | 0,25                        | 11,70                       | 0,25                        | 0,10                        | /                           |

Из приложене табеле можемо уочити већи садржај пепела у ваздуху крај „Путева“, што се може објаснити великим бројем домаћинстава која се греју на чврсто гориво са друге стране Булевара ослободилаца. Такође се из табеле уочава већи садржај олова у ваздуху у центру града.

# ТАЛОЖНЕ МАТЕРИЈЕ



Предавање ученика школе о квалитету ваздуха у Чачку,  
са посебним освртом на квалитет ваздуха у окружењу  
„Прехрамбено – угоститељске школе“





„Јапански врт“ у делу дворишта „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку, смештен између школске зграде и Кружног пута око Чачка.





# ЗАКЉУЧАК

- Посматрајући приложене табеле и графиконе не може се закључити да је утицај саобраћаја и загађујућих материја које у ваздух доспевају из возила од великог значаја на квалитет и загађеност ваздуха у окружењу «Прехрамбено – угоститељске школе» у Чачку.
- Такође се из месечних података узетих из 2022. године може закључити да до наглог повећања учешћа РМ 10, РМ 2,5 и РМ 1 честица у ваздуху, како у окружењу ОШ „Танаско Рајић“, која се налази крај мање прометне улице, тако и у окружењу „Прехрамбено – угоститељске школе“, која је смештена у близини Кружног пута око Чачка, долази у јесењим месецима када почиње грејна сезона.

**Одговор на постављено изазовно питање је:**

**Што више времена проводи у природи и окружењима удаљеним од извора загађења ваздуха као што су издувни гасови из аутомобила**

## Ученици и професори „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку



- Све ово указује на велики утицај загађујућих материја из ложишта домаћинства на квалитет ваздуха у окружењу ОШ „Танаско Рајић“ и „Прехрамбено – угоститељске школе“ у Чачку.
- За прецизније закључке о квалитету ваздуха потребна је детаљнија анализа месечних података загађивача ваздуха у дужем временском периоду а више мерних места.

**ХВАЛА НА ПАЖЊИ.**