

Анализа утицаја индивидуалних котларница јавних објеката које користе фосилна горива (подручје ГУП а Краљево) на квалитет ваздуха



Град Краљево, као и многа друга места у Републици Србији сусреће се са проблемом загађења ваздуха. Подаци Светске здравствене организације показују да у Републици Србији око 10.000 људи годишње премине од последица неког загађења ваздуха. Највеће загађење ваздуха присутно је у зимским месецима (током грејне сезоне) и потиче најчешће од суспендованих ПМ10 и ПМ2.5 честица које настају сагоревањем фосилних горива у области енергетике, саобраћаја и индустрије. Подаци Агенције за заштиту животне средине показују да стационарна (индивидуална) ложишта и мале котларнице, учествују са 52% што се тиче загађења ПМ10 честица, а када су у питању ПМ 2.5 њихов допринос загађењу је још већи и износи 67 %. Мерења у граду Краљево показују да је у 2020. години, 106 дана концентрација ПМ 10 честица је била већа од дозвољене, а у 2021. години, 88 дана. Тренд загађења је настављен и у 2022. години. У прва четири месеца 70 дана концентрација ПМ10 честица била је већа од дозвољене. Мерења показују да средње дневне концентрација загађујућих материја достижу вредности и до седам пута веће од дозвољене. Пример је 26. јануар 2020. године када је измерена вредност била $366,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (што је преко седам пута већа вредност од дозвољене вредности која износи $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Поред тога резултати мерења загађења ваздуха објављују се са закашњењем од неколико дана, тако да грађани нису благовремено упозорени на проблем, што представља претњу по њихово здравље. Иако у граду Краљево Агенција за заштиту животне средине има своју мерну станицу, није инсталиран аутоматизовани анализатор за ПМ честице да би се резултати мерења могли приказати у реалном времену, као што имају многи градови у РС.

У циљу побољшања квалитета ваздуха у граду Краљево у наредном периоду кључно је смањити изворе загађења, односно самањити емисију загађујућих материја. Смањење емисије мора да буде из индивидуалних ложешта кроз промену врсте енергената, односно коришћењем еколошки чистих горива, повећањем степена корисности самих ложишта и повећањем енергетске ефикасности индивидуалних објеката. Такође, локална самоуправа мора у наредном периоду дати пример за објекте чије се потребе за енергијом финансирају из локалног буџета. Стога је у наредном периоду важно заменити топлотне изворе у јавним објектима који користе фосилна еколошки неприхватљива горива (угаљ, мазут, лож уље ...), са еколошки чистим горивима (природни гас, биомаса...). Управљање енергијом и квалитетом ваздуха данас не спада искључиво у послове државе, већ подразумева и одговорност локалних самоуправа у подстицању и информисању становника и привредника на коришћење чисте енергије и ефикаснију употребу енергије. Повећање потребе за енергијом мора пратити и подизање енергетске ефикасности, коришћење обновљивих извора, а све у циљу заштите животне средине и одрживог развоја.

У оквиру ове анализа покушали смо одредити годишње емисије загађујућих материја за јавне објекте који имају сопствене котларнице на територији ГУП-а Краљево. Циљ је да покажемо њихов допринос загађењу ваздуха и тежња да се у наредном периоду планирају средства за замену ових ложишта уз коришћење еколошки чистијих горива. На тај начин локална самоуправа побољшава систем јавних политика у области енергетике и квалитета ваздуха.

1. Подаци о потрошњи горива

Подаци о индивидуалним јавним објектима на територији ГУП а Краљево који имају сопствене котларнице на фосилна горива добијени су из службе енергетског менаџера. Трошкове набавке енергената и одржавање котларница финансирају се из буџета локалне самоуправе. Град Краљево је по закону о ефикасном коришћењу енергије, увео локални систем енергетског менаџмента. Именован је и енергетски менаџер чије задатак да: прикупља и анализира податке о коришћењу енергије у оквиру локалне самоуправе, припрема програме и планове енергетске ефикасности, предлаже мере које доприносе ефикасном коришћењу енергије и стара се о спровођењу истих, припрема годишње извештаје о потрошњи енергије на нивоу локалне самоуправе и обавља друге послове из области локалне енергетике.

На подручју ГУП а Краљево објекти који имају сопствене котларнице и користе фосилна горива за загревање објеката су: ОШ „Вук Караџић“ матична школа Рибница и истурено одељење Берановац, ОШ „Чибуковачки партизани“, ОШ „Браћа Вилотијевић“ истурена одељења Јарчујак и Грдица и Специјална школа „Иво Лола Рибар“. Подаци о врстама енергената, количинама енергената и потребним количинама електричне енергије на годишњем нивоу по објекту дати су у табели 1.

Табела 1. Врсте, количине енергената и потрошена електрична енергија по објектима

Објекат	Угаљ (т)	Дрво (м ³)	Лож уље (л)	Електрична енергија (kWh)
ОШ „Чибуковачки партизани“	120	25		42.825
ОШ „Вук Караџић“ истурено одељење Берановац			12.000	26.057
ОШ „Вук Караџић“ матична школа Рибница	90	40		48.807
ОШ „Браћа Вилотијевић“ истурено одељење Јарчујак	30	25		6.450
ОШ „Браћа Вилотијевић“ истурено одељење Грдица	25	25		5.606
Специјална школа „Иво Лола рибар“	55	30		12.843

Поред ових објеката анализирали смо и утицај на загађење ваздуха котларнице „Зелена гора“ која ради у оквиру ЈЕП „Топлана“ Краљево, а за производњу топлотне енергије користи мазут. Котларница није класичан јавни објекта као остали, али услед велике потрошње мазута емитује значајну количину загађујућих материја у околину и тако утиче на квалитет ваздуха у граду Краљево. Из тог разлога анализиран је и утицај ове котларнице. Годишња потрошња мазута у овој котларници је око 1000 т.

2. Прорачун емисије загађујућих материја

Сврха развијеног модела за прорачун емисије загађујућих материја је да помогне јединицама локалних самоуправа у процени количине емисије и могућностима за смањење емисија штетних материја и угљен-диоксида заменом фосилних горива (угаљ, мазут, лож уље итд.) са променом горива у индивидуалним котларницама јавних објеката или неким другим ложиштима.

Подаци који су коришћени у развијеном моделу су преузети из домаће литературе и међународних препорука.

Подаци неопходни за израчунавање емисија штетних супстанци у ваздух и емисије ГХГ су:

- а) Потрошња горива
- б) Емисиони фактори
- ц) Топлотне моћи горива

Емисиони фактори за емисије загађујућих супстанци у ваздух могу се наћи у водичу Европског програма за мониторинг и евалуацију (ЕМЕП) који издаје Европска агенција за животну средину (ЕЕА).

Емисиони фактори за гасове стаклене баште (ГХГ), првенствено угљен-диоксид, емисије и топлотне моћи за различите типове горива могу се наћи у Смерницама Међувладиног панела за климатске промене (ИССС).

Емисије загађујућих материја у ваздух и ГХГ емисије се израчунавају множењем годишње потрошње горива, доње топлотне моћи и емисионог фактора горива. Формула за израчунавање емисије има облик:

ЕМИСИЈА=(ПОТРОШЊА ГОРИВА)х(ДОЊА ТОПЛОТНА МОЋ)х(ЕМИСИОНИ ФАКТОР)

Смањење емисије загађујућих материја могу се израчунати на основу следећег облика једнакости:

СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ = СТАРА ЕМИСИЈА-НОВА ЕМИСИЈА

Подаци о доњој топлотној моћи горива и емисионим факторима за угљен – диоксид за поједине врсте енергенте приказани су у табели 2.

Табела 2. Доња топлотна моћ горива и емисиони фактор за CO₂

Гориво	Доња топлотна моћ (kWh/kg) или (kWh/m ³)	Емисиони фактор CO ₂ (kg/kWh)
Лож уље	11,9	0,27
Мазут	11,2	0,28
Лигнит	3,3	0,36
Природни гас	9,3	0,2
Чврсто дрво	3,9	0,03

Подаци о емисионим факторима везаним за азотне оксиде (NO_x), сумпорне оксиде (SO_x), суспендоване честице ПМ 10 и ПМ 2.5 дате су у табели 3:

Табела 3. Емисиони фактори загађујућих супстанци азотни оксиди, сумпорни оксиди и суспендоване честице

Гориво	NO _x емисиони фактор (kg/MWh)	SO _x емисиони фактор (kg/MWh)	PM 10 емисиони фактор (kg/MWh)	PM 2.5 емисиони фактор (kg/MWh)
Лож уље	1,102	0,338	0,076	0,065
Мазут	1,102	0,338	0,076	0,065
Лигнит	0,623	3,024	0,421	0,389
Природни гас	0,266	0,002	0,003	0,003
Чврсто дрво	0,328	0,040	0,587	0,576

3. Анализа утицаја загађења ваздуха

3.1. Прорачун количине загађујућих материја

- Анализа објекта школе „Чибуковачки партизани“

Основни подаци о објекту: укупна површина објекта школе је 2.342 м², укупна грејна површина је 2.266 м², укупан број ученика и запослених је 620.

На основу годишње потрошње горива од 120.000 кг угља и 25 м³ дрвета и доњих топлотних моћи за оба енергента добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 464.250 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 192,23 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 4:

Табела 4. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа „Чибуковачки партизани“	464,25	269,09	1.200,23	206,78	193,36	144,61

- Анализа објекта школе „Вук Караџић“ – издвојено одељење Берановац

Основни подаци о објекту: укупна површина објекта школе је 1.470 м², укупна грејна површина је 1.470 м², укупан број ученика и запослених је 521.

На основу годишње потрошње горива од 10.320 кг лож уља и доње топлотне моћи добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 122.810 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 83,54 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 5:

Табела 5. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа на Берановцу	122,81	135,33	41,51	9,33	7,98	33,16

- Анализа објекта школе „Вук Караџић“ – Рибница

Основни подаци о објекту: укупна површина објекта школе је 2.628 м², укупна грејна површина је 2.168 м², укупан број ученика и запослених је 526.

Овде нећемо узимати у разматрање потрошњу енергента природни гас, већ само део који се односи на потрошњу енергента угља и дрво. На основу годишње потрошње горива од 90.000 кг угља и 40 м³ дрвета и доњих топлотних моћи за оба енергента добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 406.200 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 154,57 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 6:

Табела 6. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа на Берановцу	406,20	220,85	902,50	189,14	178,43	110,20

- Анализа објекта школе „Браћа Вилотијевић“ – издвојено одељење Јарчујак

Основни подаци о објекту: укупна површина објекта школе је 879 м², укупна грејна површина је 879 м², укупан број ученика и запослених је 140.

На основу годишње потрошње горива од 30.000 кг угља и 25 м³ дрвета и доњих топлотних моћи за оба енергента добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 167.250 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 196,27 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 7:

Табела 7. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа у Јарчујаку	167,25	84,06	302,11	81,74	77,82	37,69

- Анализа објекта школе „Браћа Вилотијевић“ – издвојено одељење Грдица

Основни подаци о објекту: пов укупна површина објекта школе је 482 м², укупна грејна површина је 482 м², укупан број ученика и запослених је 90.

На основу годишње потрошње горива од 10.000 кг угља и 18 м³ дрвета и доњих топлотних моћи за оба енергента добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 82.140 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 170,42 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 8:

Табела 8. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа у Грдици	82.14	36,68	101,76	42,74	41,14	13,35

- Анализа објекта школе „Иво Лола Рибар“

Основни подаци о објекту: укупна површина објекта школе је 866 м², укупна грејна површина је 866 м², укупан број ученика и запослених је 135.

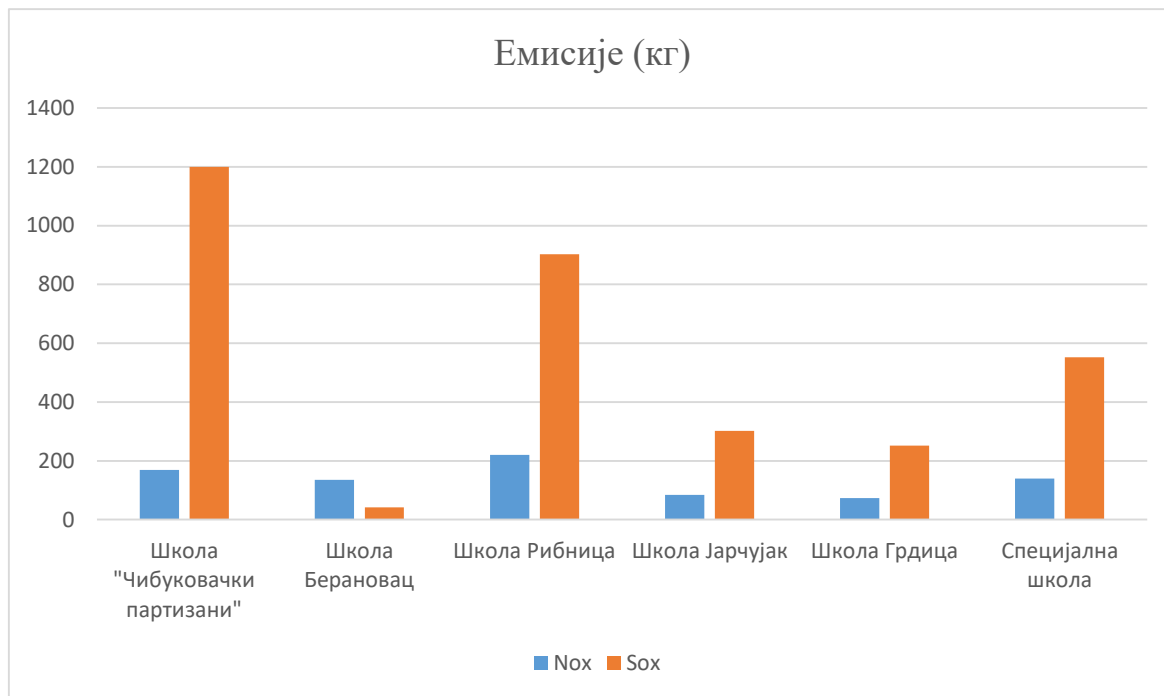
На основу годишње потрошње горива од 55.000 кг угља и 30 м³ дрвета и доњих топлотних моћи за оба енергента добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта у износу од 263.400 kWh, а специфична потрошња топлотне енергије износи 304,15 kWh/м².

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у следећој табели 9:

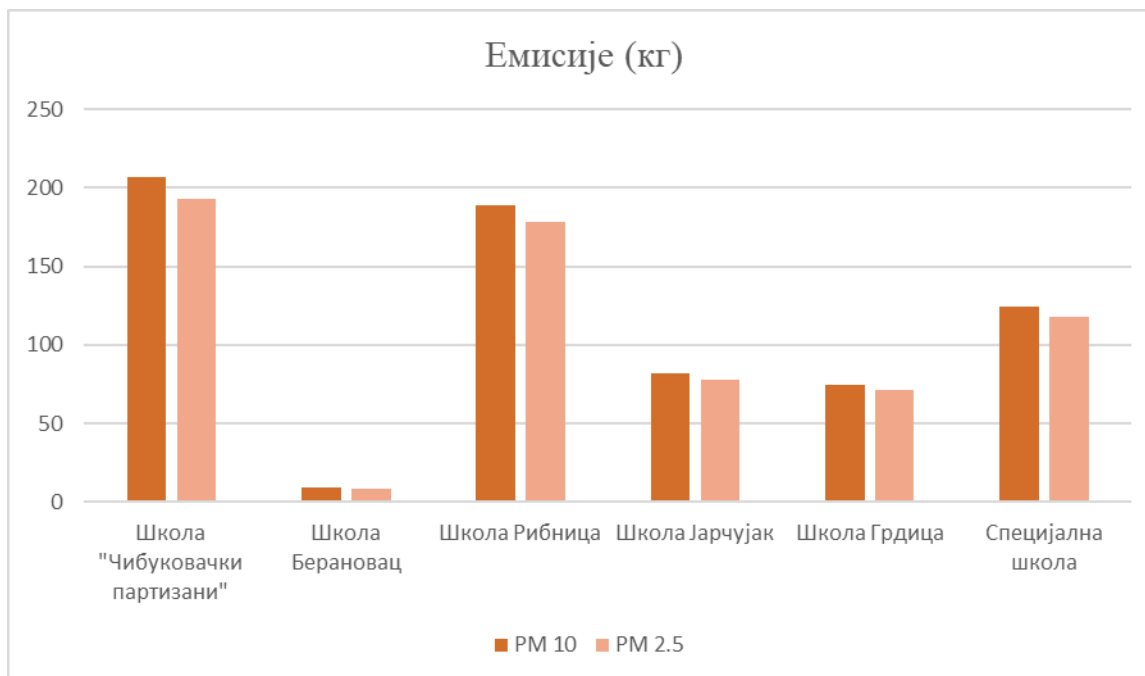
Табела 9. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа „Иво Лола Рибар“	263,40	139,94	552,13	124,49	117,78	67,80

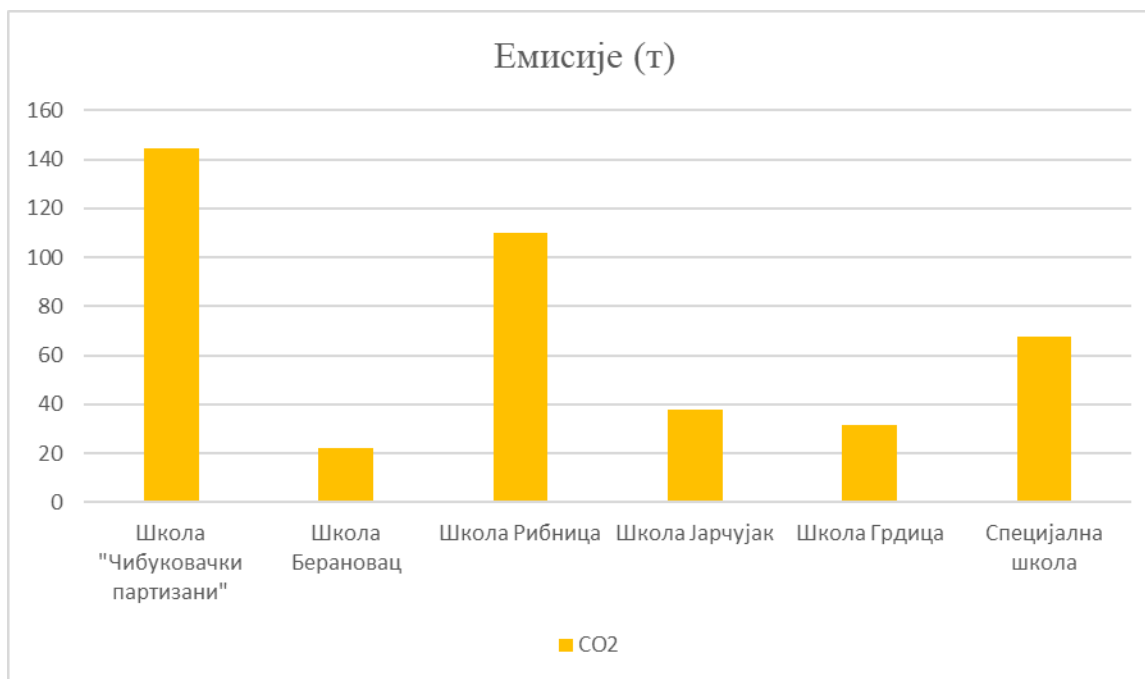
Када посматрамо ових шест школских објеката највеће загађење долази од објекта школе „Чибуковачки партизани“. На дијаграму (слика 1.) приказане су емисије NO_x и SO_x, на дијаграму (слика 2.) PM10 и PM 2.5, а на дијаграму (слика 3.) емисија CO₂.



Слика 1. Дијаграмски приказ емисије NO_x и SO_x посматраних објеката



Слика 2. Дијаграмски приказ емисије PM10 и PM 2.5 честица посматраних објекта



Слика 3. Дијаграмски приказ емисије CO₂ посматраних објекта

- Котларница „Зелена гора“

На основу годишње потрошње горива од 1.000.000 кг мазута и доње топлотне моћи за овај енергент добијамо произведену количину топлотне енергије која је потребна за загревање објекта, прикључених на ову котларницу, у износу од 11.200 MWh.

Количина загађујућих материја овог објекта дата је у табели 10:

Табела 10. Подаци о количини загађујућих материја

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Котларница „Зелена гора“	11.200	12.342	3.786	851	728	3.024

3.2. Прорачун емисије загађујућих материја променом енергента

Смањење емисије загађујућих материја смо урадили на три објекта и то: школа „Чибуковачки партизани“, школа Берановац и котларница „Зелена гора“. Дистрибутивна мрежа природног гаса налази у непосредној близини ових објеката и објекти се лако могу прикључити на ову мрежу. Из наведених разлога предпоставићемо да се постојећи енергенти замењују енергентом-природним гасом. У табели 11. дате су потребне количине природног гаса да би се обезбедила иста количина енергије за загревање објеката на садашњем нивоу.

Табела 11. Потребне количине природног гаса по објектима

Објекат	Количина гаса (м ³)
Школа „Чибуковачки партизани“	49.919
Школа Берановац	13.205
Котларница „Зелена гора“	1.204.301

Емисије загађујућих материја по овим објектима дате су у табели 12.

Табела 12. Количине загађујућих материја када би се користио као енергент природни гас

Објекат	Годишња потрошња топлотне енергије (MWh)	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа „Чибуковачки партизани“	464,25	123,49	0,93	1,39	1,39	92,85
Школа на Берановцу	122,81	32,67	0,25	0,37	0,37	24,56
Котларница „Зелена гора“	11.200	2.979	22	34	34	2.240

Сађење загађујућих материја у ова три објекта дато је у табели 13.

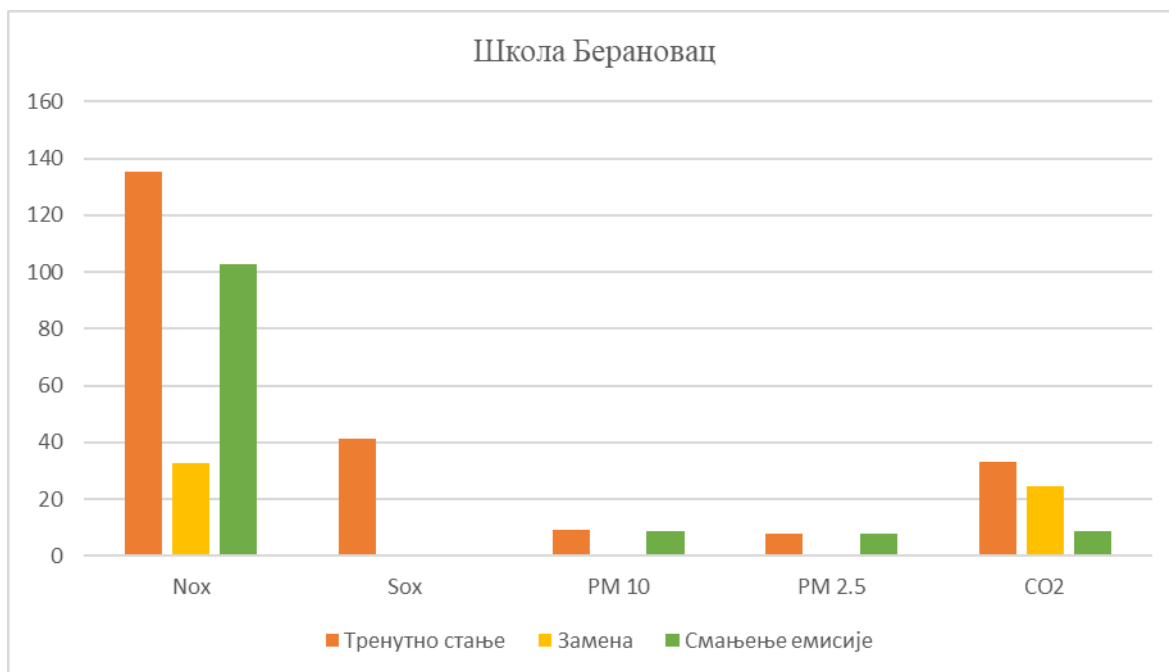
Табела 13. Количина смађења загађујућих материја

Објекат	Годишња емисија NO _x (кг)	Годишња емисија SO _x (кг)	Годишња емисија PM 10 (кг)	Годишња емисија PM 2.5 (кг)	Годишња емисија CO ₂ (кг)
Школа „Чибуковачки партизани“	145,6	1.199,3	205,39	191,97	51,76
Школа на Берановцу	102,66	0,25	8,96	7,61	8,6
Котларница „Зелена гора“	8.363	3.764	817,4	694	784

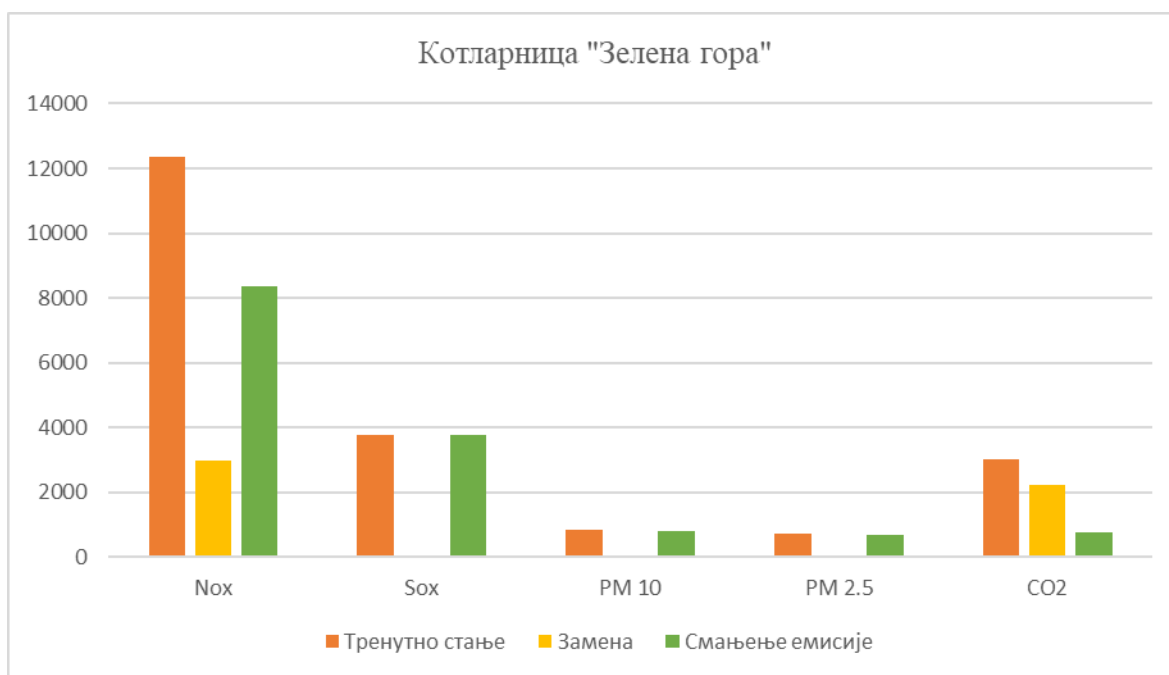
Графички приказ смађења емисије загађујућих материја за ове објекте приказан је на сликама 4., 5., 6.



Слика 4. Графички приказ смађења емисије загађујућих материја у школи „Чибуковачки партизани“



Слика 5. Графички приказ смањења емисије загађујућих материја у школи на Берановцу



Слика 6. Графички приказ смањења емисије загађујућих материја у котларници „Зелена гора“

4. Трошкови замене котлова у индивидуалним котларницама

Што се тиче одређивања трошкова замене котлова у индивидуалним котларницама они се овде могу орјентационо одредити. Трошкови се односе на трошкове набавке и уградње нових котлова који ће користити еколошки чиста горива и трошкове допунских грађевинских радова, ако су они потребни. За одређивање тачних трошкова потребно је урадити детаљан предмер и предрачун радова, односно ангажовање лиценцираног пројектанта.

У овој анализи разматрана је замена котла у објекту школе „Вук Караџић“ Берановац (истурено одељење школе у Рибници). У котларници овог објекта тренутно је инсталиран котло на лож уље снаге 250 kW. Замена овог котла се може извршити котлом исте снаге на природни гас или котлом на пелет.

Котло на природни гас (слика 7.) на тржишту кошта око 30.000 еура, а котло на пелет (слика 8.) око 25.000 еура. На ово се може додати око 10% допунских трошкова везаних за прилагођавање објекта за инсталацију новог котла, тако да се трошкови крећу од 27.500 до 33.000 еура.



Слика 7. Кондезациони котло нове генерације снаге 250 kW („Nova“)



Слика 8. Котло на пелет нове генерације снаге 250 kW („Centrometal“)

Закључак

Подаци о концентрацијама појединих загађујућих материја у ваздуху, Р. Србију сврставају у сам негативан врх европских, али и светских земаља у овом погледу. Врло често се дешава да се надлежни органи власти (локални и државни) праве немоћни када је потребно решавати проблем лошег квалитета ваздуха који грађани свакодневно удишу. На тај начин не спроводе потребне мере у циљу заштите здравља људи, што доводи да значајан број грађана оболева од последица неког загађења ваздуха, а такође велики број људи премине у току једне године.

Загађење ваздуха је сложен и вишеслојан изазов који захтева одговор целог друштва. Кључно стратешко деловање које треба предузети у наредном периоду у циљу побољшања квалитета ваздуха је елиминација фосилних горива за производњу било ког облика енергије (електричне или топлотне). Паралелно са тим мора се радити на подизању енергетске ефикасности система, односно радити на ефикасном коришћењу енергије.

Локалне самоуправе у РС, а тако и град Краљево, су дужне да у локалном буџету обезбеде средства за набавку енергије и енергената потребних за несметано функционисање јавних институција (школе, културне, спортске институције ...). Често се дешава да објекти тих институција имају индивидуалне котларнице које користе фосилна горива за производњу топлотне енергије за загревање. Такве котларнице могу бити озбиљан извор емисије штетних гасова, односно давати значајан допринос загађењу ваздуха нарочито у урбаним срединама. У самом граду Краљеву, на територији коју покрива ГУП, шест школских објеката користи фосилна горива (угаљ, дрво, лож уље) и једна градска котларница (користи мазут) за добијање топлотне енергије. Са становишта суспендованих честица (ПМ10 и ПМ2.5) допринос ових извора загађења код школа се креће од мало преко 9 кг (објекат школе Берановац), па до преко 200 кг (објекат школе „Чибуковачки партизани“) на годишњем нивоу. Код посматране котларнице то је преко 850 кг. Променом врсте енергената емисије суспендованих честица се смањују на минимум, скоро се и елиминишу. Котларница у школи „Чибуковачки партизани“ имала би емисију од само 1,39 кг, а посматрана котларница око 34 кг суспендованих честица у току године, што је јако мало у односу на тренутно стање. Поред тога смањује се и емисија гасова „стаклене баште“ првенствено угље-диоксида за скоро 30% по објекту, што даје допринос смањењу утицаја локалне заједнице на климатске промене.

У наредном периоду, ако желимо подићи квалитет ваздуха нарочито у урбаним срединама, поред низа других мера важно је елиминисати локалне загађиваче (стационарна ложишта односно индивидуалне котларнице). То се постиже заменом врсте енергената, односно прелазак на еколошки чиста горива. Носиоци ових промена треба да буду јавне институције и да својим деловањем дају пример и другима. Такође је важно да се у ове послове укључе сви чиниоци у локалној заједници јавни, цивилни и привредни сектор, јер само заједничким деловањем може се побољшати квалитет ваздуха у релативно кратком времену.

Ова публикација је настала у оквиру пројекта Београдске отворене школе „Зелени инкубатор“, који се спроводи уз финансијску подршку Европске уније и Фондације Фридрих Еберт. Ставови и мишљења аутора изнети у овој публикацији не представљају званичне ставове Европске уније, Фондације Фридрих Еберт ни Београдске отворене школе, и за њих је искључиво одговоран аутор