

# ИСТРАЖИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА И КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА У ВАСПИТНО- ОБРАЗОВНИМ УСТАНОВАМА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

ПИЛОТ СТУДИЈА

ИЗВЈЕШТАЈ



PM<sub>2,5</sub>

PM<sub>10</sub>

HCHO

TVOC

PM<sub>2,5</sub>

CO<sub>2</sub>

PM<sub>10</sub>

PM<sub>2,5</sub>

CO<sub>2</sub>

PM<sub>2,5</sub>

PM<sub>2,5</sub>

HCHO

CO<sub>2</sub>

PM<sub>10</sub>

*ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске се захваљује Министарству здравља и социјалне заштите у Влади Републике Српске и Министарству просвјете и културе у Влади Републике Српске.*

*Посебну захвалност упућујемо канцеларији УНИЦЕФ-а у БиХ на континуираној подршци свих активности које ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске спроводи у сарадњи са Канцеларијом УНИЦЕФ-а у БиХ у области унапређења здравља и уз чију подршку је спроведена ова пилот студија.*

*Захваљујемо се Републичком хидрометеоролошком заводу Републике Српске на подршци и уступању резултата мјерења амбијенталног квалитета ваздуха у периоду провођења пилот студије који су нам послужили ради сагледавања ширег контекста доприносићих фактора за настанак нарушеног квалитета ваздуха унутрашњег простора у посматраним васпитно – образовним установама.*

*На крају желимо да се захвалимо свим предшколским установама које су узеле учешће у овој пилот студији.*

## Сажетак

Загађење ваздуха у затвореним просторима представља значајан јавноздравствени проблем, нарочито у окружењима у којима бораве дјеца предшколског узраста. У циљу процјене микроклиматских услова и квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској спроведена је пилот студија усмјерена на процјену и провјеру примјенивости методологије мјерења, процјену изложености дјеце загађивачима ваздуха и идентификацију фактора који могу утицати на квалитет унутрашњег и спољашњег ваздуха.

Истраживање је реализовано у десет предшколских установа у шест географских подручја Републике Српске током два временска периода: љетњег (јул 2024. године) и грејне сезоне (новембар 2025. године). Студијом је обухваћено укупно 1.099 дјеце узраста од једне до шест година. Мјерени су микроклиматски параметри (температура и релативна влажност ваздуха) и параметри квалитета ваздуха ( $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $CO_2$ , формалдехид и укупна испарљива органска једињења, TVOC) у унутрашњем и спољашњем простору установа, примјеном преносних мјерних уређаја који се, у складу са препорукама Свјетске здравствене организације, користе у епидемиолошким истраживањима.

Резултати су показали да су у више установа забиљежена одступања у односу на препоручене вриједности, посебно у погледу повишених концентрација  $PM_{2,5}$  честица и угљен-диоксида, које су биле израженије у грејној сезони. У појединим објектима утврђене су и повишене вриједности релативне влажности ваздуха у љетњем периоду. Концентрације формалдехида и укупних испарљивих органских једињења углавном су биле у оквиру референтних вриједности. Уочена одступања повезана су са интензитетом боравка дјеце, праксом провјетравања и утицајем амбијенталног загађења.

Закључци пилот студије указују на значај континуираног праћења микроклиматских услова и квалитета ваздуха у предшколским установама, као и на потребу унапређења превентивних мјера у циљу заштите здравља дјеце. Добијени резултати представљају основу за даље планирање мјера и активности у овој области.

**Кључне ријечи:** дјеца, здравље, квалитет ваздуха, превенција

## **Abstract**

Indoor air pollution represents a significant public health concern, particularly in environments where preschool children spend extended periods of time. In order to assess microclimatic conditions and indoor air quality in preschool educational institutions in the Republic of Srpska, a pilot study was conducted, aimed at evaluating and verifying the applicability of the measurement methodology, assessing children's exposure to air pollutants, and identifying factors that may influence indoor and outdoor air quality.

The study was carried out in ten preschool institutions across six geographical areas of the Republic of Srpska during two monitoring periods: the summer period (July 2024) and the heating season (November 2025). A total of 1,099 children aged one to six years were included. Microclimatic parameters (air temperature and relative humidity) and air quality parameters (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, formaldehyde, and total volatile organic compounds, TVOC) were measured in both indoor and outdoor areas of the institutions using portable monitoring devices that, in accordance with World Health Organization recommendations, are applied in epidemiological studies.

The results indicated that deviations from recommended values were observed in several institutions, particularly with regard to elevated concentrations of PM<sub>2.5</sub> and carbon dioxide, which were more pronounced during the heating season. In some facilities, increased relative humidity levels were also recorded during the summer period. Concentrations of formaldehyde and total volatile organic compounds were generally within reference values. The observed deviations were associated with occupancy intensity, ventilation practices, and the influence of ambient air pollution.

The conclusions of this pilot study highlight the importance of continuous monitoring of microclimatic conditions and indoor air quality in preschool institutions, as well as the need to improve preventive measures aimed at protecting children's health. The obtained results provide a basis for further planning of measures and activities in this field.

**Keywords:** children, health, air quality, prevention



# УВОД

Свјетска здравствена организација (СЗО) је 2024. године објавила ажуриране извештаје о здрављу и животnoj средини, процјењујући како земље управљају са осам главних еколошких пријетњи по здравље у свим секторима. У еколошке пријетње које су разматране укључени су загађење ваздуха, небезбједну воду, санитацију и хигијену (енгл. Water, Sanitation and Hygiene, WASH), климатске промјене, губитак биодиверзитета, изложеност хемикалијама и зрачењу, професионални и еколошки ризици у здравственим установама и у њиховом окружењу.

Загађење ваздуха глобално представља велики јавноздравствени проблем како у животnoj, тако и у радној средини и домаћинствима који је истовремено препознат како у високо развијеним, тако и у развијеним, неразвијеним и изразито неразвијеним земљама.

Комбиновани ефекти загађења амбијенталног (спољашњег) ваздуха и загађења ваздуха у затвореном простору (посебно у домаћинствима) узрокују приближно 7 милиона пријевремених смртних случајева сваке године, углавном као резултат повећане смртности од можданог удара, коронарне болести срца, хроничне опструктивне болести плућа, рака плућа и акутних респираторних инфекција. Најчешћи извори загађења ваздуха су индивидуална ложишта, моторна возила, индустријски објекти и шумски пожари. Међу загађивачима ваздуха, за које постоји највише научних доказа у вези са појавом неповољних здравствених исхода, уколико смо истим изложени, се налазе: честице (тј. честице са аеродинамичким пречником једнаким или мањим од 2,5  $\mu\text{m}$ ) и PM10 (тј. честице са аеродинамичким пречником једнаким или мањим од 10  $\mu\text{m}$ ), озон (O3), азот-диоксид (NO2), сумпор-диоксид (SO2) и угљен-моноксид (CO). Међутим, у загађеном ваздуху се крије и много више загађивача од већ поменутих.

Према процјенама Свјетске здравствене организације у 2019. години нарушен квалитет амбијенталног ваздуха у урбаним и руралним срединама био је одговоран за 4,2 милиона пријевремених смртних исхода широм свијета, а као водећи узрочник за настанак смртних исхода препознате су fine честице које су биле одговорне за 37% прераних смртних исхода због исхемијске болести срца и можданог удара, 18% прераних смртних исхода усљед хроничне опструктивне болести плућа, 23% смртних случајева усљед акутних инфекција доњих дисајних путева, а 11% прераних смртних исхода усљед присутне малигне болести у респираторном тракту.

Према посљедњем свеобухватном извјештају о квалитету ваздуха у 2024. години нарушен квалитет ваздуха је препознат као други глобални водећи фактор ризика, послије хипертензије, за развој пријевремених смртних исхода у 2021. години и био је одговоран за 8,1 милион смртних исхода. Уколико се посматра структура смртних исхода уочава се да је 58,0 % смртних исхода било изазвано повећаном концентрацијом PM2,5 честица у амбијенталном ваздуху, 38,0 % смртних исхода је било изазвано нарушеним квалитетом ваздуха у домаћинствима, а 6,0 % смртних исхода је било проузроковано присуством приземног озона. Уколико посматрамо податке који се односе на популацију млађу од пет година уочавамо да је у 2021. години нарушен квалитет ваздуха и у овој популационој групи препознат као други водећи фактор ризика за настанак смртних исхода. Уочено је да су најугроженија била дјеца млађа од пет година код којих је био одговоран за више од 700.000 смртних случајева и да је од тога, преко 500.000 смртних случајева било повезано са нарушеним квалитетом ваздуха у домаћинствима.

Извјештај Агенције за заштиту животне средине Европе (ЕЕА) о квалитету ваздуха у Европи за 2024. годину (European Environment Agency, 2025) указује да су, упркос постепеним побољшањима забиљеженим у посљедњим деценијама, још увијек у већини европских градова концентрације честица PM2,5, PM10 и приземног озона изнад вриједности дефинисаних препорукама Свјетске здравствене организације. Према наведеним подацима, прекорачења за PM2,5 честице забиљежена су на 93 % мјерних станица, за PM10 на 59 %, док су повишене концентрације озона евидентирани на 98 % мјерних станица. Ови подаци потврђују да загађење ваздуха представља значајан здравствени ризик чак и у развијеним европским земљама, те додатно наглашавају значај увођења мониторинга квалитета

ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској, што је и потврђено резултатима ове пилот студије.

С обзиром на величину проблема, непостојање података о квалитету амбијенталног ваздуха и његовом редовном праћењу у свим локалним заједницама у Републици Српској и истовремено непостојање података о микроклиматским условима и квалитету ваздуха затвореног простора у предшколским установама, упркос постојању правног оквира који дефинише редовно праћење параметара квалитета ваздуха и климатских и микроклиматских параметара амбијенталног ваздуха и ваздуха затвореног простора у предшколским установама, уз подршку Канцеларије УНИЦЕФ-а у Босни и Херцеговини у 2024. години и 2025. години је спроведена пилот студија на пригодном узорку предшколских установа.



## **ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА**

Општи циљ истраживања у пилот студији је био тестирати методологију за процјену квалитета ваздуха и микроклиматских услова у васпитно-образовним установама и инструменте који су примјењени у методу, а коришћени су за процјену карактеристика објекта васпитно-образовне установе и навика у вези са хигијенском праксом, те утврдити микроклиматске параметре и параметре квалитета ваздуха у одабраним васпитно-образовним установама у Републици Српској.

Специфични циљеви истраживања су били:

- Представљање резултата доносиоцима одлука на нивоу Републике Српске и на нивоу локаних заједница у циљу покретања измјене и допуне или израде нових закона и подзаконских аката који дефинишу област праћења микроклиматских услова и параметара квалитета ваздуха у предшколским установама и амбијенталног квалитета ваздуха;
- Подизање свијести, знања и промјену пракси свих узрасних/старосних категорија у вези са унапређењем квалитета животне средине и ваздуха кроз организовање округлог стола, интерактивних радионица са родитељима, дјецом, васпитно-образовним особљем у предшколским установама;
- Израда промотивног материјала.



# **МЕТОДОЛОГИЈА**

Истраживање је спроведено као пилот студија са циљем тестирања методологије мјерења микроклиматских параметара и квалитета ваздуха у предшколским установама у урбаним, периурбаним и руралним подручјима Републике Српске, током љетног периода (јун–август 2024. године) и грејне сезоне (новембар 2025. године).

За прикупљање основних података о објектима, санитарно-хигијенским условима, као и навикама у погледу хигијене и провјетравања, коришћени су посебно дизајнирани упитници који су обухватили податке о карактеристикама локације и објекта, као и о праксама које могу утицати на квалитет ваздуха у затвореном простору.

Мјерење параметара квалитета ваздуха и микроклиматских услова вршено је употребом преносних мјерних уређаја Trotec BQ30 ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $CO_2$ , температура и релативна влажност ваздуха) и Trotec BQ16 (формалдехид и укупна концентрација испарљивих органских једињења, TVOC). Мјерни уређаји су испоручени са фабричком калибрацијом, а њихова поузданост је након одређеног периода додатно провјерена путем међулабораторијског поређења. Наведени уређаји препознати су као погодни за примјену у епидемиолошким студијама у складу са препорукама Свјетске здравствене организације.

У свакој установи мјерења су спровођена у три репрезентативне радне просторије у којима бораве дјеца, четири пута током радног дана, као и једном у вањском простору током боравка дјецe на отвореном, при чему су мјерни уређаји били постављени у зони дисања дјецe предшколског узраста.

Тумачење резултата је извршено у складу са постојећом законском регулативом и подзаконским актима у Републици Српској, а који се односе на квалитет амбијенталног ваздуха и услове за оснивање васпитно-образовних установа (Правилник о стандардима и нормативима за област предшколског васпитања и образовања, Службени гласник Републике Српске, бр. 69/19), као и у складу са посљедњим препорукама Свјетске здравствене организације за квалитет ваздуха (енгл. *WHO global air quality guidelines. Particulate matter ( $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$ ) ozone, nitrogen, dioxide, sulfur dioxide, and carbom monoxide*, World Health Organization, 2021.), препорукама за квалитет ваздуха у затвореним просторима Свјетске здравствене организације за одабране полутанте (енгл. *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, World Health Organization, 2010), препорукама Америчке Агенције за заштиту животне средине (енгл. *US Environmental Protection Agency; EPA*) и Америчког друштва инжењера за гријање, расхладне уређаје и климатизацију (енгл. *The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE*).

Подаци су унесени у базе података и обрађени примјеном дескриптивних статистичких метода, уз табеларни и графички приказ резултата.

Истраживање је организовано и имплементирано од стране ЈЗУ Института за јавно здравство Републике Српске, у сарадњи са његовим организационим јединицама. Прије почетка истраживања прибављене су све потребне институционалне сагласности, а током реализације поштовани су принципи Хелсиншке декларације.



## **РЕЗУЛТАТИ**

Мјерења микроклиматских параметара и параметара квалитета ваздуха извршена су у укупно десет васпитно-образовних установа у Републици Српској, обухваћених пилот студијом, и то у љетњем периоду 2024. године и током грејне сезоне 2025. године.

У циљу прегледнијег приказа и лакшег поређења резултата по параметрима, установе су у графичким приказима означене бројевима од 1 до 10, у складу са сљедећим редослиједом:

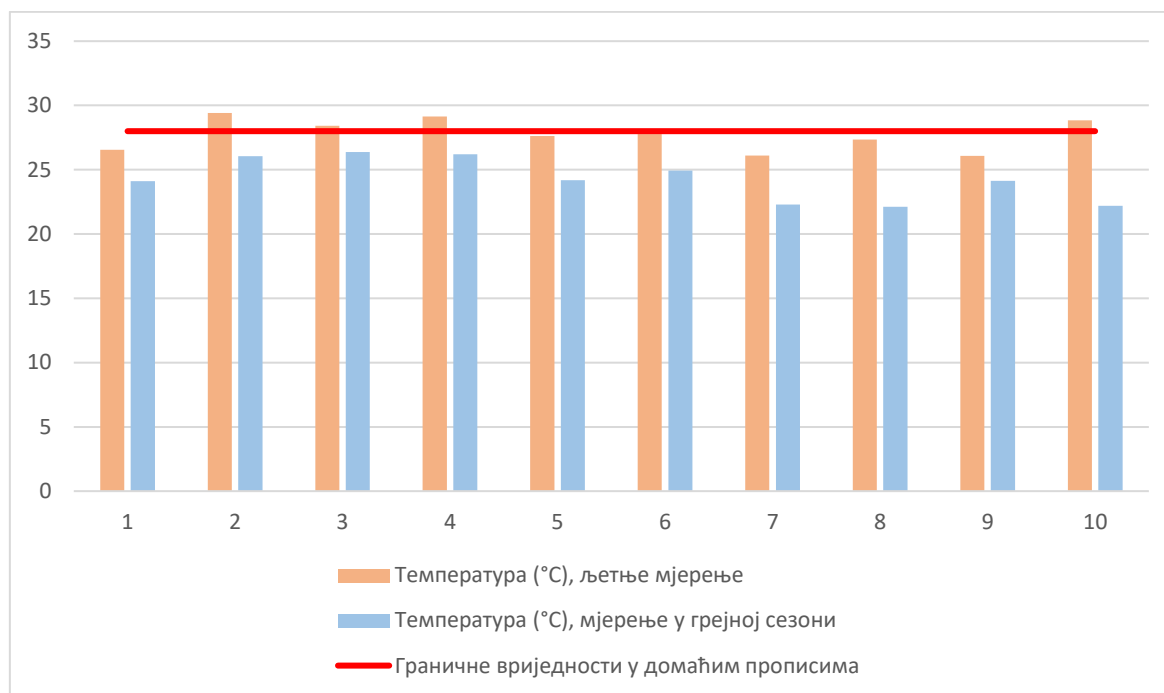
1. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лепи Радић“ – Дјечији вртић „Бамби“, Градишка
2. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лепи Радић“ – Дјечији вртић „Лептирић“, Градишка
3. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“, Добој
4. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“, Петрово
5. ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „Чика Јова Змај“, Фоча
6. ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“, Пале
7. ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара 2“, Мокро
8. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ – Подручна јединица „Вила“, Зворник
9. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ – Подручна јединица „Невен“, Каракај
10. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ – Организациона јединица „Брегови“, Требиње

У наставку су приказани резултати мјерења груписани по појединачним параметрима (температура, релативна влажност ваздуха, концентрације  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , формалдехида и укупних испарљивих органских једињења), са циљем сагледавања општих образаца и идентификације потенцијалних одступања у односу на препоручене вриједности.

## 1. Температура ваздуха, T (°C)

У оквиру пилот студије анализирани су просјечне вриједности температуре ваздуха у унутрашњем простору десет васпитно-образовних установа током љетњег периода и периода грејне сезоне, с циљем сагледавања сезонских разлика у микроклиматским условима.

Графикон 1. Просјечне вриједности температуре ваздуха у посматраним установама током љетњег периода и грејне сезоне



Резултати су показали да су током љетњег периода у четири васпитно-образовне установе забиљежене повишене вриједности температуре ваздуха, које су прелазиле горње граничне вриједности дефинисане важећим домаћим прописима за љетњи период. Уочена одступања указују на неповољније услове боравка дјецe у затвореном простору током посматраног периода.

Повишене вриједности температуре ваздуха у љетњем периоду могу се довести у везу са спољашњим климатским условима, карактеристикама објеката, ограниченом природном и вјештачком вентилацијом, као и недовољном учесталашћу провјетравања просторија.

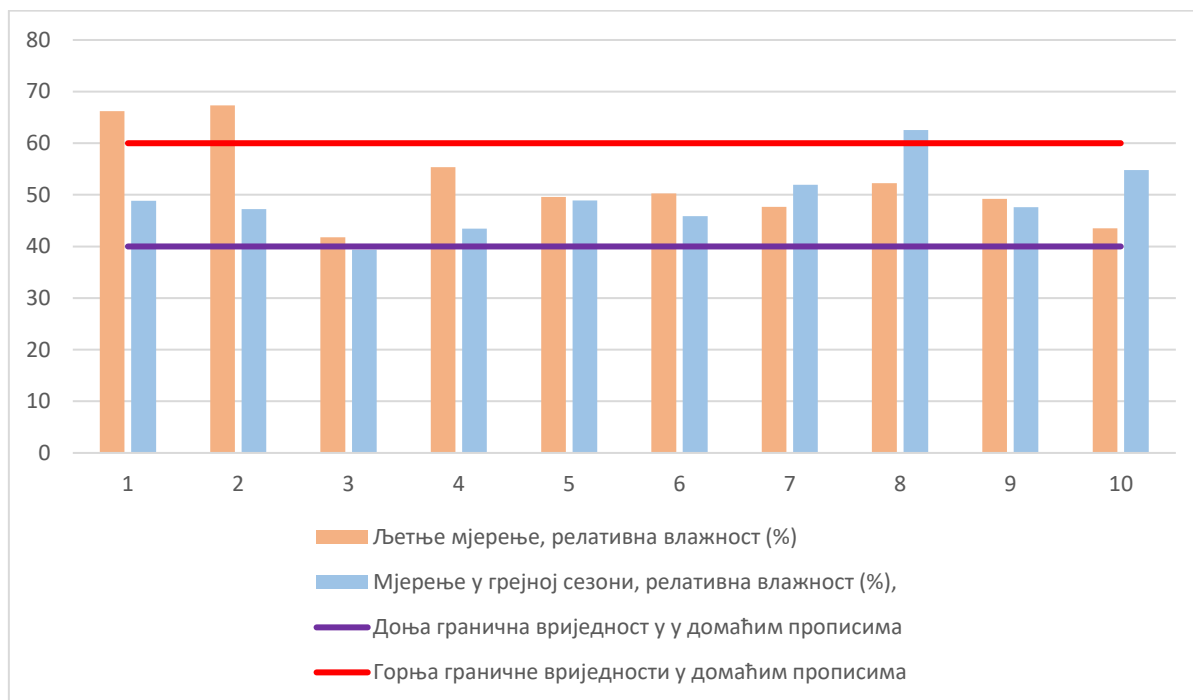
За разлику од љетњег периода, током грејне сезоне у већини посматраних установа нису уочена значајна одступања температуре ваздуха, што указује на стабилније и контролисаније микроклиматске услове у хладнијем дијелу године.

Поређење сезонских резултата указује да су више вриједности температуре ваздуха забиљежене током љетњег периода у односу на грејну сезону, што је очекивано с обзиром на утицај спољашњих климатских услова и ограничене могућности контроле температуре у унутрашњем простору предшколских установа.

## 2. Релативна влажност ваздуха (%)

Релативна влажност ваздуха представља важан микроклиматски параметар који, у комбинацији са температуром, утиче на комфор боравка и здравље дјецe у затвореним просторима васпитно-образовних установа. У оквиру пилот студије анализиране су просјечне вриједности релативне влажности ваздуха.

Графикон 2. Просјечне вриједности релативне влажности ваздуха у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Анализом резултата утврђено је да су просјечне вриједности за релативну влажност ваздуха током грејне сезоне у већини установа биле у оквиру препорученог опсега, што указује на задовољавајуће микроклиматске услове у посматраном периоду.

Током љетњег периода, у појединим установама забиљежене су повишене вриједности релативне влажности ваздуха, које су се приближавале или прелазиле горњу препоручену границу. Ова одступања могу бити повезана са спољашњим климатским условима, карактеристикама објеката и начином провјетравања просторија.

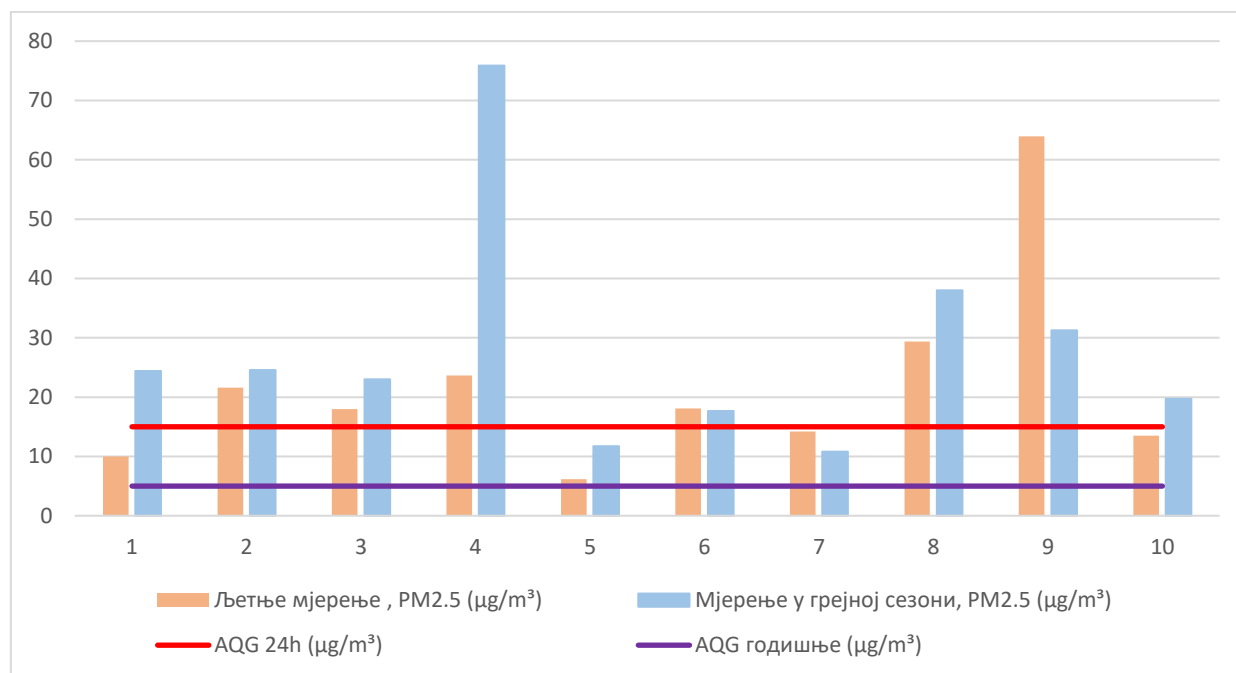
Иако уочена одступања нису била присутна у свим установама, резултати указују на значај континуираног праћења релативне влажности ваздуха, посебно у љетњем периоду, ради обезбјеђивања здравих и комфортних услова боравка дјецe у предшколским установама, као и превенције услова који могу погодовати развоју плијесни и нарушавању микробиолошког квалитета ваздуха.

Поређење сезонских резултата указује да су више вриједности релативне влажности ваздуха забиљежене током љетњег периода, док су током грејне сезоне вриједности биле стабилније и углавном у оквиру препорученог опсега.

### 3. Лебдеће честице PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Фине лебдеће честице PM<sub>2,5</sub> представљају један од најзначајнијих показатеља квалитета ваздуха у затвореним просторима, посебно у објектима у којима бораве осјетљиве групе становништва, као што су дјеца предшколског узраста.

Графикон 3. Просјечне концентрације финих лебдећих честица PM<sub>2,5</sub> у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Током љетњег периода, просјечне концентрације PM<sub>2,5</sub> честица биле су повишене у шест од десет посматраних установа (60%), при чему су утврђена одступања била у распону од 17,96 до 63,98 µg/m<sup>3</sup>.

Током грејне сезоне, забиљежена су чешћа и израженија одступања концентрација PM<sub>2,5</sub> честица, при чему су просјечне вриједности биле изнад препоручених граничних вриједности у осам од десет установа (80%). У више објеката утврђене концентрације су прелазиле граничне вриједности дефинисане смјерницама Свјетске здравствене организације за краткорочну (15 µg/m<sup>3</sup>) и дугорочну изложеност (5 µg/m<sup>3</sup>).

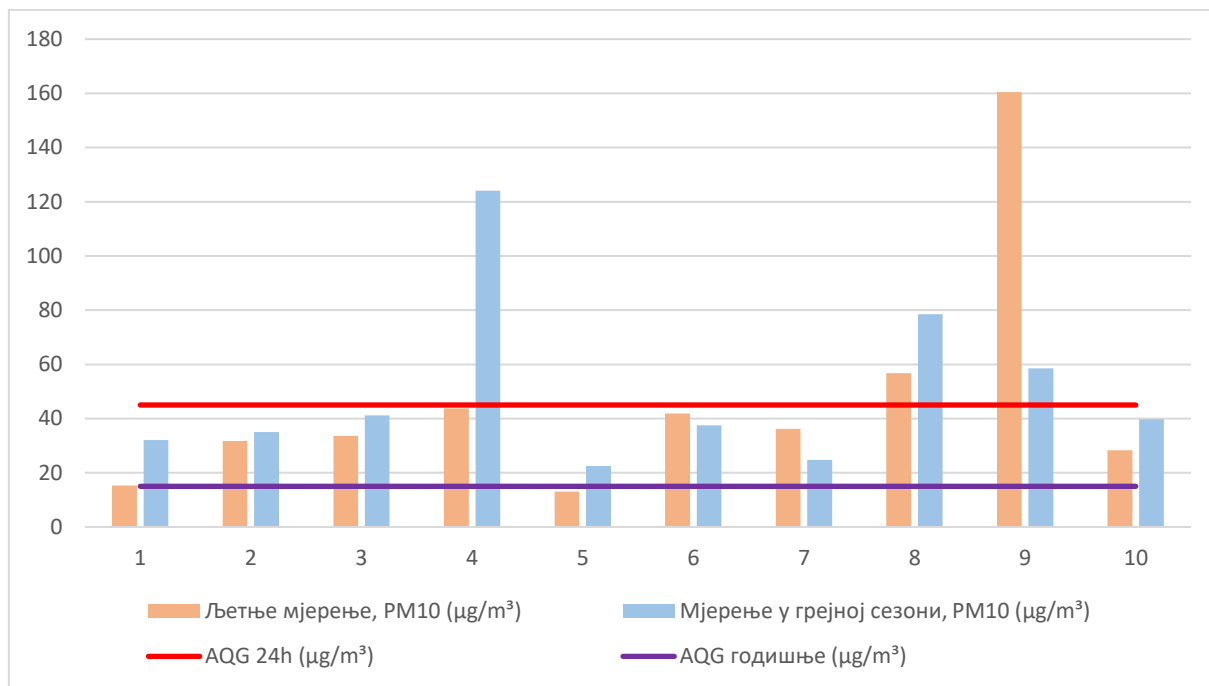
Поређење резултата за оба временска периода указује да су одступања концентрација PM<sub>2,5</sub> честица израженија током грејне сезоне, што се може довести у везу са смањеним интензитетом провјетравања, већом заузетošћу простора и утицајем погоршаног квалитета амбијенталног ваздуха у зимском периоду. Повишене концентрације PM<sub>2,5</sub> честица представљају потенцијално значајан јавноздравствени ризик, јер су повезане са респираторним симптомима, смањеном функцијом плућа и дугорочним утицајима на здравље и развој дјече.

У цјелини посматрано, резултати пилот студије указују на присуство повишених концентрација PM<sub>2,5</sub> честица у унутрашњем простору у више посматраних васпитно-образовних установа.

#### 4. Лебдеће честице PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Лебдеће честице PM<sub>10</sub> такође представљају важан параметар квалитета ваздуха у затвореним просторима, посебно у условима повећане активности и присуства већег броја дјече у ограниченем простору.

Графикон 4. Просјечне концентрације лебдећих честица PM<sub>10</sub> у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Резултати мјерења током љетњег периода показали су да су просјечне концентрације PM<sub>10</sub> честица биле повишене у двије од десет посматраних установа (20%), при чему су утврђене вриједности одступале у распону од 56,76 до 160,46 µg/m<sup>3</sup>.

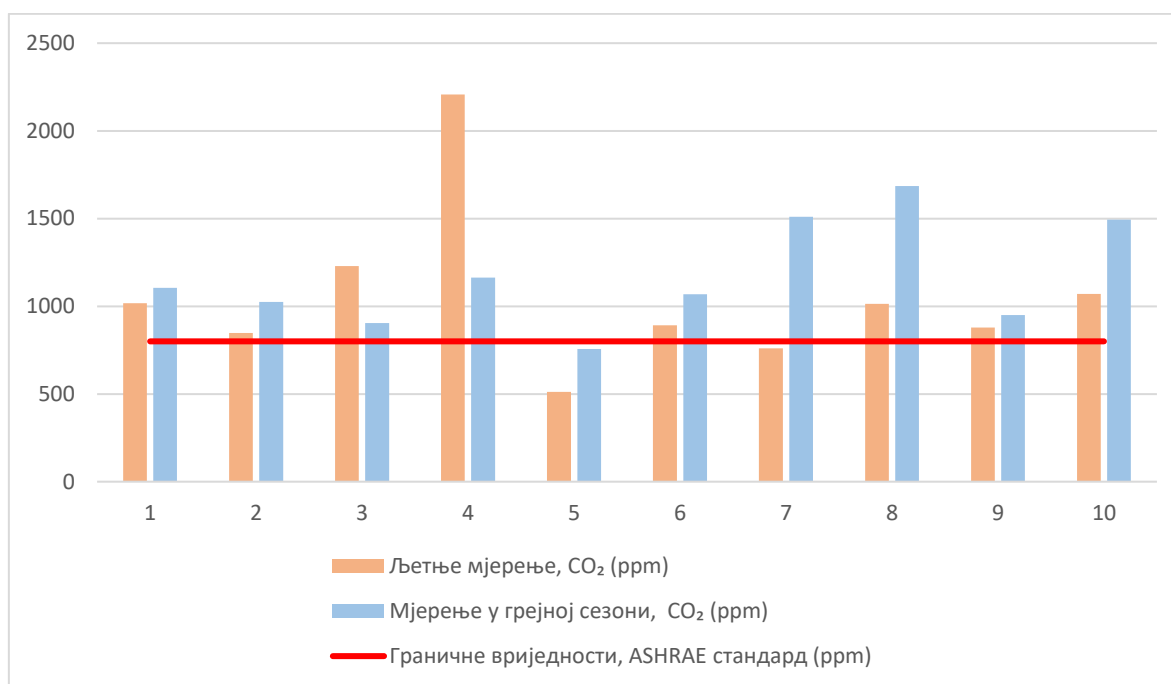
Уочена одступања концентрација PM<sub>10</sub> честица могу се довести у везу са лошијим провјетравањем просторија, већом густином дјече по јединици површине, карактеристикама унутрашњих површина (подне облоге, теписи), као и утицајем спољашњих извора загађења, укључујући близину саобраћајница, градилишта и индустријских објеката.

У односу на PM<sub>2.5</sub> честице, одступања концентрација PM<sub>10</sub> честица била су мање учестала, али и даље указују на потребу за унапређењем мјера провјетравања и одржавања хигијене унутрашњих простора, с циљем смањења изложености дјече честицама које могу негативно утицати на респираторни систем.

## 5. Угљен-диоксид, CO<sub>2</sub> (ppm)

Концентрација угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>) у унутрашњем простору широко се користи као индикатор адекватности вентилације и провјетравања по особи, посебно у објектима са већим бројем присутних лица, као што су васпитно-образовне установе.

Графикон 5. Просјечне концентрације угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>) у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Током љетњег периода, повишене просјечне концентрације CO<sub>2</sub> забиљежене су у осам од десет установа (80%), при чему се распон утврђених вриједности кретао од 848,30 ppm до 2207 ppm. Уочене повишене концентрације указују на недовољну размјену ваздуха у појединим просторима, што је доводило до лошијег квалитета ваздуха унутар радних соба. Варијације концентрација CO<sub>2</sub> уочене су у зависности од попуњености простора, врсте и квалитета вентилације, као и начина коришћења просторија током различитих дневних активности дјече.

Током грејне сезоне, повишене просјечне концентрације CO<sub>2</sub> утврђене су у девет од десет установа (90%), што указује на израженији проблем недовољне вентилације у хладнијем дијелу године. Распон повишених концентрација CO<sub>2</sub> у овом периоду кретао се од 905,99 ppm до 1686,18 ppm, при чему су више вриједности забиљежене у објектима са већом густином дјече по јединици површине и ограниченим могућностима природног протока ваздуха.

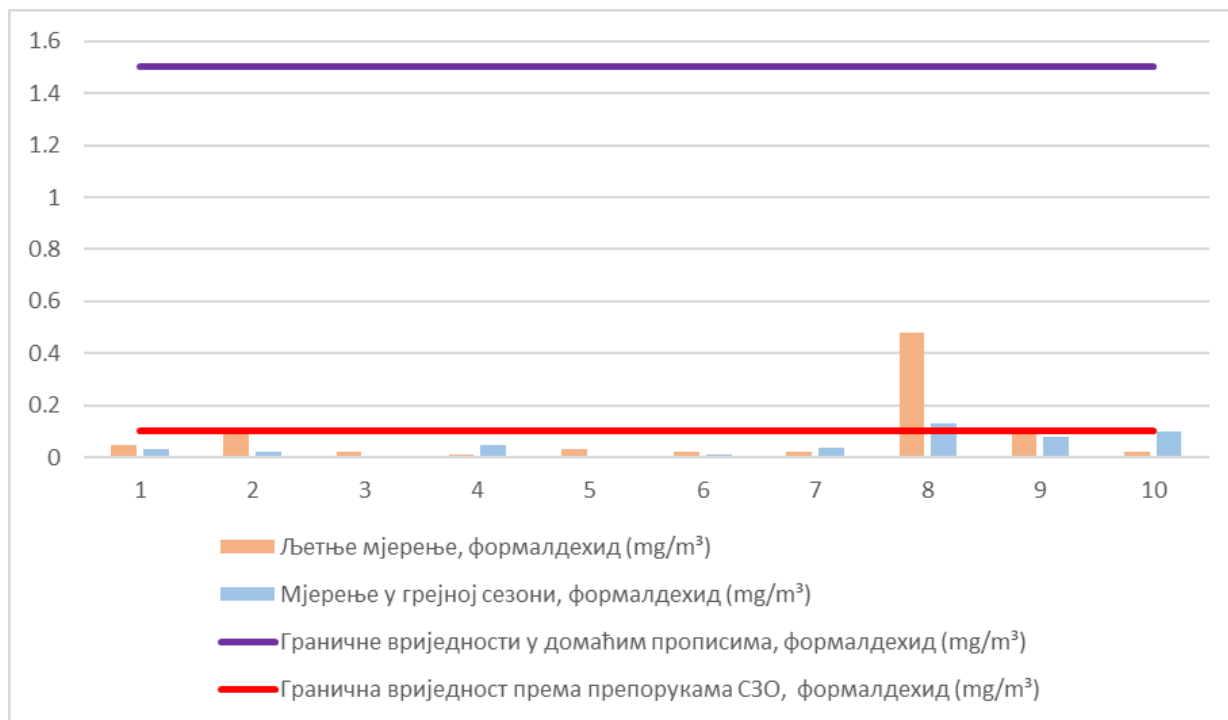
Поређење резултата за оба временска периода показује да су повишене концентрације CO<sub>2</sub> чешће и дуготрајније током грејне сезоне у односу на љетњи период. Док су у љетњем периоду одступања чешће била краткотрајна и повезана са дневним активностима и начином коришћења простора, у грејној сезони уочене су стабилније повишене концентрације, што указује на системски недостатак адекватне вентилације.

Добијени резултати указују да је квалитет ваздуха у погледу концентрација CO<sub>2</sub> неповољнији током грејне сезоне, те наглашавају потребу за унапређењем пракси провјетравања и примјеном ефикаснијих вентилационих рјешења у предшколским установама, с циљем смањења изложености дјече лошем квалитету ваздуха у затвореним просторима.

## 6. Формалдехид, НСНО ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Формалдехид представља токсичну хемијску супстанцу која се у затвореним просторима најчешће емитује из грађевинских материјала, намјештаја, подних облога и других производа за унутрашњу употребу, а његово присуство може имати негативне ефекте на здравље, посебно код дјете.

Графикон 6. Просјечне концентрације формалдехида (НСНО) у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Анализом резултата утврђено је да су повишене просјечне концентрације формалдехида забиљежене у једној васпитно-образовној установи током љетњег периода, гдје је измјерена просјечна вриједност од  $0,48 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Наведена вриједност је била изнад препорука Свјетске здравствене организације (СЗО, 2010), док се у односу на важеће домаће прописе налазила у референтном распону.

Током грејне сезоне, у истој установи поново су забиљежене повишене просјечне концентрације формалдехида ( $0,13 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) у односу на смјернице СЗО, док су у свим осталим посматраним установама концентрације формалдехида биле испод препоручених и прописаних граничних вриједности.

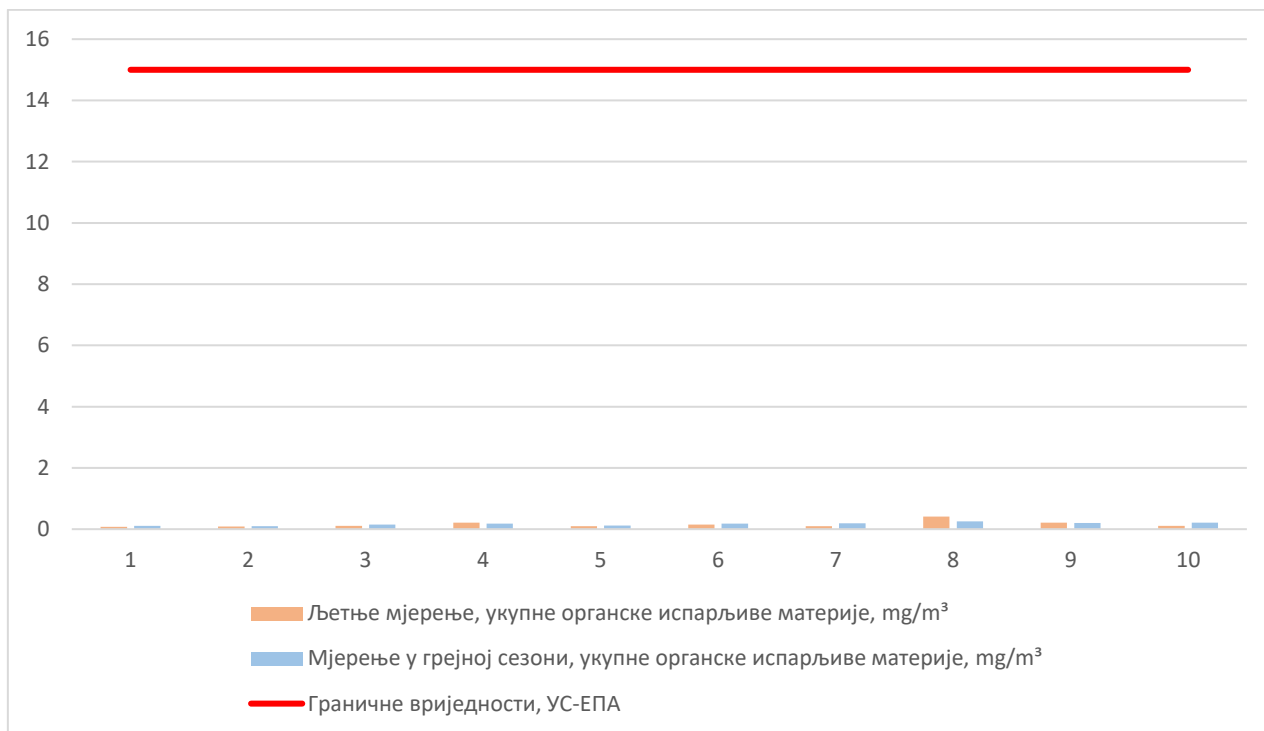
Уочена одступања у наведеној установи посебно су значајна имајући у виду да су у истом објекту забиљежене и повишене концентрације честица  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  и угљен-диоксида, што указује на потребу за cjеловитим приступом унапређењу квалитета ваздуха у затвореном простору. Познато је да емисија формалдехида из материјала може бити израженија при вишим температурама, што може објаснити више концентрације забиљежене током љетњег периода.

Поређење сезонских резултата указује да су више концентрације формалдехида забиљежене током љетњег периода у односу на грејну сезону.

## 7. Укупне испарљиве органске материје, TVOC ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Укупне испарљиве органске материје обухватају широку групу хемијских једињења која могу потицати из различитих извора у затвореном простору, укључујући средства за чишћење, боје, лакове, намјештај и друге материјале.

Графикон 7. Просјечне концентрације укупних испарљивих органских материја (TVOC) у унутрашњем простору посматраних установа током љетњег периода и грејне сезоне



Резултати пилот студије показали су да су просјечне концентрације укупних испарљивих органских материја биле у референтном распону у свим посматраним васпитно-образовним установама, како током љетњег периода, тако и током грејне сезоне.

Наведени резултати указују да, у посматраним условима, TVOC нису представљале значајан проблем квалитета ваздуха у затвореним просторима васпитно-образовних установа обухваћених пилот студијом. Поређење сезонских резултата није указало на значајне разлике у концентрацијама TVOC између љетњег периода и грејне сезоне. Наведени резултати указују да укупне испарљиве органске материје, у условима посматраним у оквиру ове пилот студије, нису представљале значајан проблем квалитета ваздуха у затвореним просторима васпитно-образовних установа, за разлику од појединих других анализираних параметара, као што су  $\text{PM}_{2.5}$  честице и концентрације  $\text{CO}_2$ , али да се свакако требају пратити у оквиру мониторинга квалитета ваздуха затвореног простора.



# **ПРОМОТИВНО ПРЕВЕНТИВНЕ АКТИВНОСТИ**

У оквиру реализације пилот студије спроведене су промотивно-превентивне активности усмјерене на подизање свијести о значају квалитета ваздуха у затвореним просторима, са посебним фокусом на предшколске васпитно-образовне установе. Активности су реализоване у виду интерактивних радионица намијењених дјечи, родитељима и васпитно-образовном особљу, уз примјену прилагођених едукативних и промотивних материјала.

## Едукација

Укупно је реализовано шест радионица на различитим географским подручјима Републике Српске, у којима је учествовало укупно 107 учесника старијих од 18 година (родитељи и васпитно-образовно особље), табела 41. Број учесника на наведеним радионицама је био значајно већи, уколико узмемо у обзир и број дјече која су у наведени дан била присутна у предшколској установи и била директно и/или индиректно обухваћена промотивно-превентивним активностима. Индиректно промотивно-превентивним активностима обухваћен је значајно већи број васпитно-образовних радника и сарадника и родитеља, као и њихове дјече.

Табела 1. Преглед организованих радионица у васпитно-образовним установама

Установа	Датум одржавања радионице	Број учесника
ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече „Наша радост“ – ОЈ „Брегови“, Требиње	08.12.2025.	22
ЈУ Дјечији вртић „Буба-мара“, Пале	10.12.2025.	16
ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“, Добој	11.12.2025.	14
Јавна предшколска васпитно-образовна установа Дјечији вртић „Наша радост“, Зворник	11.12.2025.	11
ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече Дјечији вртић „Чика Јова Змај“, Фоча	11.12.2025.	22
ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече „Лепа Радић“ - Дјечији вртић „Бамби“, Градишка	12.12.2025.	22
УКУПНО		107

## Садржај и начин реализације радионица

Садржај радионица био је прилагођен узрасту дјече, а реализован је кроз интерактивне и едукативне активности.

Први дио радионице је реализован у виду едукативног играказа/представе „Позориште сјенки“, кроз који је дјечи на занимљив и интерактиван начин приказан проблем загађења ваздуха и његов утицај на живи свијет, користећи ликове животиња и шуме као симболе природе. Кроз дијалог и сценске приказе дјеча су упозната са узроцима загађења ваздуха, посљедицама по здравље живих бића и животну средину, као и са значајем личне и заједничке одговорности у очувању квалитета ваздуха.

Други дио радионице био је усмјерен на препознавање извора загађења ваздуха, уз коришћење развијених едукативних материјала – радне свеске „Планета која дише здраво“ и бојанке „Здраво диши у вртићу“.

## **Округли сто**

У оквиру промотивно-превентивних активности организован је округли сто на тему „Квалитет ваздуха у предшколским установама у Републици Српској“, који је одржан 15.12.2025. године у Бањој Луци, у хотелу „Јелена“. Циљ округлог стола био је представљање резултата пилот студије, размјена стручних мишљења и искустава, као и дискусија о могућностима унапређења квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама.

Округлом столу су присуствовали представници градова/општина из Републике Српске, институција надлежних за заштиту и унапређење здравља, заштиту и унапређење животне средине, институција задужених за инспекцијски надзор, јавноздравствених установа, васпитно-образовних установа, представници невладиног сектора, као и други релевантни актери укључени у област заштите здравља дјете и унапређења животне средине. Укупно су учествовала 44 учесника.

У оквиру дискусије учесника на округлом столу дефинисани су закључци и препоруке за даље поступање.

## **Видљивост**

Активности у оквиру пројекта биле су праћене медијским извјештавањем, а развијени едукативни материјали дијељени су и путем званичних налога на друштвеним мрежама, чиме је обезбијеђена додатна видљивост активности и кључних порука усмјерених на значај квалитета ваздуха у затвореним просторима.



## **ЗАКЉУЧЦИ**

Пилот студија спроведена у предшколским установама у Републици Српској показала је да постоје одступања у погледу анализираних микроклиматских параметара и параметара квалитета ваздуха у унутрашњем и вањском простору у односу на посматране референтне вриједности. У више установа утврђене су повишене концентрације финих лебдећих честица  $PM_{2,5}$ , нарочито у грејној сезони, како у унутрашњем тако и у вањском простору које су у појединим установама биле изнад препоручених вриједности Свјетске здравствене организације за краткорочну и дугорочну изложеност. Уочене су изражене просторне и локацијске разлике у нивоу амбијенталног загађења.

Повишене концентрације угљен-диоксида у унутрашњем простору забиљежене су у више установа у оба посматрана периода, што указује на недовољно ефикасно провјетравање просторија, посебно у условима повећане заузетости и током грејне сезоне.

Концентрације формалдехида и укупних испарљивих органских једињења у већини установа биле су у оквиру референтних и препоручених вриједности, што указује да ови загађивачи у посматраном периоду нису представљали доминантан ризик по квалитет ваздуха у унутрашњем простору.

Уочене разлике у резултатима између појединих установа могу се повезати са просторним карактеристикама окружења (урбани и рурални контекст), присуством потенцијалних извора амбијенталног загађења у непосредној близини, праксом провјетравања, густином дјече у просторијама, као и временом и условима у којима су мјерења спроведена.

Резултати пилот студије потврдили су примјенљивост тестиране методологије и указали на значај спровођења мјерења у различитим сезонским условима, као и на потребу за редовним и систематским праћењем микроклиматских услова и квалитета ваздуха у предшколским установама, у циљу заштите здравља дјече предшколског узраста.

Ова студија додатно истиче потребу за континуираним лонгитудиналним мјерењима квалитета ваздуха у предшколским установама и другим затвореним просторима, што може пружити увид у утицај сезонских образаца загађења на квалитет ваздуха у затвореном простору, са потенцијалом да докаже потребу и идентификује ефикасне путеве за ублажавање.



**ПРЕПОРУКЕ**  
**ЗА УНУТРАШЊИ ПРОСТОР**  
**ЗАСНОВАНЕ НА СМЈЕРНИЦАМА СВЈЕТСКЕ**  
**ЗДРАВСТВЕНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ**

Рјешавање проблема квалитета ваздуха у затвореном простору у предшколским установама кроз идентификацију и искорјењивање извора загађења је исплатива и временски ефикасна метода (Stamatelopoulou et al. 2019; Siwarom et al. 2017; Rylance et al. 2019; Gola et al. 2019). Препоруке за поступање у условима повишеног загађења ваздуха у унутрашњем простору засноване су на смјерницама Свјетска здравствена организација, датим у документу „*What to do when there is an air pollution alert*“ (WHO, 2019), смјерницама US Environmental Protection Agency (EPA, 2019) за обезбјеђење адекватног унутрашњег квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама, као и смјерницама Европске агенције за животну средину о квалитету унутрашњег и амбијенталног ваздуха у зонама становања (European Environment Agency (EEA), 2014; European Environment Agency, 2025). Наведени документи пружају препоруке за смањење изложености осјетљивих група становништва, укључујући дјецу, у условима повишених концентрација загађујућих материја у ваздуху.

У складу са наведеним смјерницама, препоручује се:

- Спровести поступке адекватне аерација (природно провјетравање и коришћење различитих система за вентилацију) како би се параметри комфора одржавали у референтном распону и смањила концентрација загађивача у ваздуху у затвореном простору.
- Ограничити улазак спољашњег ваздуха нарушеног квалитета у унутрашњи простор у периодима повишених концентрација загађујућих материја, уз прилагођено и контролисано провјетравање.
- Системе за гријање, вентилацију и климатизацију (HVAC) треба редовно сервисирати и процјењивати њихову ефикасност и дјелотворност, како би се избјегло накупљање загађивача у затвореном простору.
- Размотрити употребу уређаја за пречишћавање ваздуха у унутрашњем простору који у свом саставу имају високоефикасни НЕРА филтер (најмање класе Н13), прилагођени су величини просторије и не користе технологије које могу довести до стварања секундарних загађујућих материја, као што је озон. Пречистачи ваздуха могу деактивирати суспендоване честице у атмосфери, хватањем великог удјела честица прашине у ваздуху, алергена и мириса, чиме се побољшава квалитет ваздуха у затвореном простору.
- Правилно одржавати и сервисирати уређаје за пречишћавање ваздуха у унутрашњем простору како би се спријечиле емисије секундарних загађујућих материја, између осталог озона, како је већ назначено.
- Смањити боравак дјеце и интензитет физичких активности на отвореном простору у данима са повишеним концентрацијама лебдећих честица PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>.
- Спријечити настанак додатних извора загађења у унутрашњем простору, укључујући коришћење уређаја са процесима сагоријевања, свијећа, тамјана и других потенцијалних извора честица и гасова.
- Примјењивати методе одржавања чистоће које смањују ресуспензију честица, при чему се предност даје влажном чишћењу подова и површина. Често чишћење учионица помоћу микрофибер крпе и усисивача са чистим, високо ефикасним НЕРА филтером.
- Користити материјале са ниском емисијом умјесто опште прихваћених материјала за завршну обраду у грађевинарству за унутрашње просторе.
- Успоставити континуирану едукација васпитно-образовних радника и сарадника у предшколским установама о управљању квалитетом ваздуха у затвореном простору.
- Подстицати гајење биљака отпорних на загађење ваздуха у затвореном простору будући да су исте препознате као један од кључних начина за уклањање токсичних супстанци из ваздуха и пречишћавање ваздуха у окружењу.

На основу анализе добијених резултата пилот студије формулисане су сљедеће препоруке:



# **ПРЕПОРУКЕ**

**ЗАСНОВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИМА ПИЛОТ СТУДИЈЕ**

- Успоставити континуиран годишњи мониторинг микроклиматских услова и параметара квалитета ваздуха у предшколским установама.
- Развити и имплементирати стандардизоване протоколе провјетравања, прилагођене броју дјеце, величини просторија и сезонским условима.
- Обезбиједити континуирану едукацију васпитно-образовног особља о значају квалитета ваздуха у унутрашњем простору, правилном провјетравању и препознавању потенцијално ризичних ситуација.
- Унаприједити техничку опремљеност за праћење квалитета ваздуха, укључујући набавку уређаја који омогућавају континуирано и слједиво мјерење, као и редовну калибрацију и верификацију постојеће опреме.
- Користити резултате ове пилот студије као основу за планирање и спровођење проспективних истраживања која би омогућила праћење узрочно-последичних веза између квалитета ваздуха и здравственог стања дјеце.
- Покренути поступак измјене и допуне или израде новог Правилник о стандардима и нормативима за област предшколског васпитања и образовања Републике Српске који прописује спровођење испитивања микроклиме и хемијских и биолошких штетности како би се исте мјериле чешће, на годишњем нивоу, и како би се благовремено уочила потенцијална одступања и могло правовремено дјеловати.
- Показатељи квалитета ваздуха у затвореном простору треба да буду интегрисани у процес сертификације енергетских перформанси зграда, као релевантни параметри који одражавају стварне услове боравка у објекту.
- Успоставити систем правовременог обавјештавања и упозоравања јавности о повишеним концентрацијама загађујућих материја у ваздуху, са посебним фокусом на предшколске и школске установе, с обзиром да овакав интегрисани приступ доприноси унапређењу квалитета ваздуха у затвореном простору и заштити здравља дјеце, у складу са националним прописима, европским регулаторним оквиром и смјерницама Свјетске здравствене организације.

## Литература

1. World Health Organization, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021.
2. World Health Organization, What to do when there is an air pollution alert. Geneva: World Health Organization; 2019.
3. World Health Organization, WHO Ambient Air Quality Database (Update 2023). Geneva: World Health Organization; 2023.
4. United States Environmental Protection Agency (EPA), Indoor Air Quality Tools for Schools. Washington: EPA; 2019.
5. Overview of methods to assess population exposure to ambient air pollution . Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
6. European Environment Agency (EEA), Air quality in Europe – 2024 report. Copenhagen: EEA; 2025.
7. Правилник о стандардима и нормативима за област предшколског васпитања и образовања. Службени гласник Републике Српске, бр. 69/19.
8. Zainudin M.A., Jalaludin J., Sopian N.A. Indoor Air Quality (IAQ) in Preschools and Its Association with Respiratory Inflammation among Pre-schoolers. Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences. 2019.
9. Overview of methods to assess population exposure to ambient air pollution . Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

## Додатна документација

У циљу прегледности овог сажетог извјештаја, детаљни резултати, дуги извјештај, као и фотодокументација са теренских и промотивно-превентивних активности доступни су путем QR кода у наставку.



Скенирајте QR код за више инфомација

## **КООРДИНАЦИЈА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА**

ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске

### **Извјештај припремили (истраживачки тим)**

Проф. др Драгана Стојисављевић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије

Др сц. Душанка Данојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије

Доц. др Јелена Нишкановић, психолог

Др Даворка Благојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије

Доц. др Милена Тодоровић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије

Др Наталија Комненовић, специјалиста хигијене и здравствене екологије

Др Весна Лазић, специјалиста хигијене и здравствене екологије

Др Борка Котур, специјалиста хигијене и здравствене екологије

Доц. др Слађана Арсеновић, специјалиста микробиологије са паразитологијом

Милка Стојкић, мастер психологије

Младена Малиновић, мастер хемије

### **ИСТРАЖИВАЧКИ ТИМ**

Проф. др Драгана Стојисављевић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије, главни истраживач и координатор истраживања

Др сц. Душанка Данојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Доц. др Јелена Нишкановић, психолог, истраживач

Доц. др Милена Тодоровић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије, истраживач

Др Даворка Благојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Весна Лазић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Наталија Комненовић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Борка Котур, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Доц. др Слађана Арсеновић, истраживач

Милка Стојкић, мастер психологије, истраживач

### **ТИМ ЗА РАЗВОЈ МЕТОДА ПИЛОТ СТУДИЈЕ**

Проф. др Драгана Стојисављевић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије, главни истраживач и координатор истраживања

Др сц. Душанка Данојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Доц. др Милена Тодоровић, специјалиста хигијене, супспецијалиста дијетотерапије, истраживач

Др Даворка Благојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Весна Лазић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Наталија Комненовић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Др Борка Котур, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Доц. др Слађана Арсеновић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач

Доц. др Јелена Нишкановић, психолог, стручњак за метод и статистичку обраду података

Милка Стојкић, мастер психологије, унос и статистичка обрада података

## **ТЕХНИЧКА ПОДРШКА У ПРОВОЂЕЊУ ИСТРАЖИВАЊА**

Дијана Манигода, дипломирани социјални радник, подршка истраживачком тиму у ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске

Игор Слишко, дипломирани санитарни инжењер, подршка истраживачком тиму у Градишци

Дејана Дубљевић, дипломирани санитарни инжењер, подршка истраживачком тиму у Источном Сарајеву

Весна Ступар, дипломирани санитарни инжењер, подршка истраживачком тиму у Зворнику

Дејан Стевић, дипломирани санитарни инжењер, подршка истраживачком тиму у Добоју

Стефан Тутњевић, дипломирани санитарни инжењер, подршка истраживачком тиму у Добоју

Срђан Милетић, медицински техничар, подршка истраживачком тиму у Фочи

Снежана Климовић, дипломирани инжењер технологије, подршка истраживачком тиму у Требињу

## **СУПЕРВИЗИЈА И ВЕРИФИКАЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА**

### **Министарство здравља и социјалне заштите у Влади Републике Српске**

Прим. др Амела Лолић, специјалиста социјалне медицине са организацијом и економиком здравствене заштите

### **Министарство просвјете и културе у Влади Републике Српске**

Проф. др Наташа Цвијановић, дипломорани педагог

Сњежана Стојичић, дипломирани правник

## **Одрицање од одговорности**

ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске реализовао је пилот студију у области квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској, у оквиру пројекта „Истраживање параметара микроклиматских услова и квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској“, уз финансијску подршку УНИЦЕФ-а, Канцеларија у Босни и Херцеговини.

Садржај овог извјештаја је искључива одговорност ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске и не одражава нужно ставове УНИЦЕФ-а.

Ниједан дио овог извјештаја не смије се репродуковати ни преносити у било каквом облику нити икаквим средствима, електронским или механичким, фотокопирањем, снимањем или умножавањем, у било којем информатичком систему за похрањивање и кориштење без претходне сагласности аутора.



Пилот студија је спроведена од стране ЈЗУ Института за јавно здравство Републике Српске у оквиру пројекта „Истраживање параметара микроклиматских услова и квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској“, уз финансијску подршку УНИЦЕФ-а, Канцеларије у Босни и Херцеговини. Садржај овог материјала не одражава нужно ставове УНИЦЕФ-а.



ЈЗУ ИНСТИТУТ ЗА ЈАВНО ЗДРАВСТВО  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

unicef   
za svako dijete