



ЈЗУ ИНСТИТУТ ЗА ЈАВНО ЗДРАВСТВО
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

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

-ПИЛОТ СТУДИЈА-

ИЗВЈЕШТАЈ



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, стручњак за метод и статистичку обраду података

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 микробиологије са паразитологијом, 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

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

Др Даворка Благојевић, специјалиста хигијене и здравствене екологије, истраживач
Др Весна Лазич, 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
Снежана Стојичић, дипломирани правник

Захвалност

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 доприносећих 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.

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 кориштење без претходне сагласности аутора.

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 изложености дјеце загађивачима из 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 air quality in educational institutions in the Republic of Srpska, a pilot study was conducted, aimed at evaluating 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_{2.5}, PM₁₀, CO₂, 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_{2.5} 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

Садржај

1. Увод.....	9
2. Циљ истраживања	10
3. Методологија	11
4. Резултати.....	15
4.1. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Лепа Радић“ - Дјечији вртић Бамби Градишка	16
4.2. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Лепа Радић“ - Дјечији вртић Лептирић Градишка	19
4.3. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој.....	23
4.4. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Петрово ..	26
4.5. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „Чика Јова Змај“ Фоча.....	29
4.6. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале	32
4.7. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро.....	36
4.8. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“.....	39
4.9. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ Каракај.....	42
4.10. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Требиње – Брегови.....	45
5. Промотивно превентивне активности	49
5.1. Едукација.....	49
5.1.1. Садржај и начин реализације радионица	49
5.2. Округли сто.....	50
5.3. Видљивост.....	50
6. Дискусија.....	51
7. Закључци и препоруке	60
7.1. Закључци	60
7.2. Препоруке за унутрашњи простор засноване на смјерницама Свјетске здравствене организације.....	61
7.3. Препоруке засноване на резултатима пилот студије	62
Литература	64

Скраћенице

СЗО – Свјетска здравствена организација (енгл. *World Health Organization, WHO*)

WASH – вода, санитарни услови и хигијена (енгл. *Water, Sanitation and Hygiene, WASH*)

PM_{2,5} – честице са аеродинамичким пречником мањим или једнаким 2,5 µm

PM₁₀ – честице са аеродинамичким пречником мањим или једнаким 10 µm

O₃ – озон

NO₂ – азот-диоксид

SO₂ – сумпор-диоксид

CO – угљен-моноксид

AQG – смјернице за квалитет ваздуха (енгл. *Air Quality Guidelines, AQG*)

TVOC – укупна испарљива органска једињења (енгл. *Total Volatile Organic Compounds, TVOC*)

HCHO – формалдехид (енгл. *formaldehyde*)

ЕЕА – Агенција за заштиту животне средине Европе (енгл. *European Environment Agency; ЕЕА*)

RENVA – Федерација европских удружења за грејање, вентилацију и климатизацију (енгл. *Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; RENVA*)

ЕРА – Агенција за заштиту животне средине Сједињених Америчких Држава (енгл. *US Environmental Protection Agency; ЕРА*)

ASHRAE – Америчко друштво инжењера за гријање, расхладне уређаје и климатизацију (енгл. *The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE*)

ISO – Међународна организација за стандардизацију (енгл. *The International Organization for Standardization, ISO*)

1. Увод

Свјетска здравствена организација (СЗО) је 2024. године објавила ажуриране извештаје о здрављу и животној 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 животној, 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 možданог 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 μm) и PM_{10} (тј. честице са аеродинамичким пречником једнаким или мањим од 10 μm), озон (O_3), азот-диоксид (NO_2), сумпор-диоксид (SO_2) 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 фине честице које су биле одговорне за 37% прераних смртних исхода због исхемијске болести срца и možданог 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, последице 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

PM_{2,5} 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 PM_{2,5}, PM₁₀ и приземног озона изнад вриједности дефинисаних препорукама Свјетске здравствене организације. Према наведеним подацима, прекорачења за PM_{2,5} 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.

2. 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 локалних заједница у циљу покретања иницијативе за измјене и допуне или израду 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.

3. Методологија

Истраживање је спроведено као пилот студија са циљем тестирања инструмената (упитника) и мобилних уређаја на одабраним локацијама/у одабраним васпитно-образовним установама као и цјелокупне методологије за процјену квалитета ваздуха у васпитно образовним установама у периоду јуни – август 2024. године и у новембру 2025. године.

Процјена микроклиматских услова (параметара комфора) и параметара квалитета ваздуха је извршена у шест централних установа и четири организационе јединице из периурбаног и руралног подручја у установама које имају своје организационе јединице у периурбаном и руралном подручју.

Као инструмент за идентификацију васпитно-образовне установе и прикупљање основних података о истој и података о санитарно-хигијенским условима и ставовима и пракси у погледу истих коришћени су за то посебно дизајнирани упитници (Прилог 1) који су служили за прикупљање података о:

- 1) срединским факторима тј. карактеристикама мјерне локације (удаљеност од фреквентних саобраћајница, индустријских постројења/фабрика и сл),
- 2) карактеристикама зграде (година изградње, материјали од којих су израђени-подови, столарија, радне површине и сл),
- 3) понашању и навикама у вези са хигијенском праксом и провјетравањем (одржавање чистоће, провјетравање, број дјеце која бораве у просторији, и сл).

Као инструменти за мјерење параметара квалитета ваздуха затвореног простора и амбијенталног ваздуха и параметара комфора коришћени су преносни/мобилни мјерни уређаји њемачког произвођача Trotec, BQ 30 уређај намијењен за мјерење честица PM_{2,5} и PM₁₀, и параметара комфора: CO₂, влажности ваздуха и температуре ваздуха, и уређај Trotec BQ16 - уређај за утврђивање концентрације формалдехида и укупних испарљивих/волатилних органских спојева у ваздуху НСНО/TVOC (бензен, трихлоретан, толуен, етил-бензен и ксилен) који омогућује истовремено мјерење концентрације формалдехида и укупних испарљивих/волатилних органских спојева у

стварном времену. Наведена опрема је препозната од стране Свјетске здравствене организације у документу који се бави освртом на методе за процјену изложености популације нарушеном квалитету ваздуха као одговарајућа и препоручена за коришћење у епидемиолошким студијама.

Мјерна мјеста у васпитно-образовним установама и број мјерења су дефинисани у складу са водичем Свјетске здравствене организације, подзаконским актима Републике Српске и на основу примјера сличних студија спроведених у васпитно-образовним установама.

Унутар сваке одабране предшколске установе мјерења су се вршила у три одабране репрезентативне просторије (радне собе) у којима бораве дјеца. Мјерења су вршена четири пута у току једног радног дана у свакој од одабраних просторија, а свако појединачно мјерење је трајало 30 минута и вршено је сљедећим редосљедом:

- прво мјерење: приликом доласка дјеце у предшколску установу - на почетку радног дана (у периоду од 6:30 до 8:00 часова),
- друго мјерење: након три сата боравка у предшколској установи (у периоду од 10:00 до 11:30 часова),
- треће мјерење: током спавања дјеце и
- четврто мјерење: на крају радног дана (у периоду од 14:30 до 16:00 часова).

Током радног времена једно мјерење је реализовано и у вањском тј. дворишном простору у периоду боравка дјеце у истом, у складу са Уредбом о условима за мониторинг квалитета ваздуха („Сл. гласник Републике Српске“, бр. 124/12) (у даљем тексту Уредба).

Мобилни уређаји Trotec BQ 30 и Trotec BQ16 су током мјерења били постављени у висини органа за дисање дјеце предшколског узраста. У зависности од тога да ли су се дјеца у тренутку мјерења кретала или сједила или лежала/спавала у периоду мјерења од 30 минута мјерач се постављао на висину од 0,3 метра до 1,5 метар, узимајући у обзир просјечну висину дјеце узраста од једне до шест година и на удаљености од једног метра од зида у просторији, при чему се водило рачуна о кретању ваздуха у просторији и кретању дјеце, како се мјерења не би ометала. Измјерене вриједности су биљежене у за то посебно дефинисан образац (Прилог 2).

Тумачење резултата је извршено у складу са постојећом правним оквиром 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 PM₁₀) 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) и 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*), погледати табелу 1. у прилогу 3.

Мобилни мјерни уређаји коришћени у оквиру пилот студије (Trotec BQ30 и Trotec BQ16) испоручени су са фабричком калибрацијом и употребљени су за иницијална мјерења спроведена у јулу 2024. године. Након истека периода од приближно једне године, у циљу провјере поузданости и стабилности мјерних уређаја, као и упоредивости резултата мјерења, спроведено је међулабораторијско поређење у сарадњи са Институтом за заштиту и екологију Републике Српске, који посједује акредитацију према стандарду BAS ISO/IEC 17025 за лабораторијска испитивања и техничка мјерења, укључујући испитивања у области квалитета ваздуха. Упоредна мјерења реализована су са опремом акредитоване лабораторије под истим или упоредивим амбијенталним условима, уз истовремено мјерење релевантних параметара квалитета ваздуха, при чему су обезбијеђени услови за међулабораторијско поређење и нису уочена значајна одступања у добијеним резултатима, чиме је додатно осигурана поузданост примјене мјерне опреме и методологије. Резултати спроведеног међулабораторијског поређења приказани су у Прилогу 4.

Унос и статистичка обрада података

Током припремне фазе истраживања именован је администратор за унос података, припремљене су табеле за унос података и успостављен систем за руковање подацима. Подаци су унесени у претходно припремљене табеле у Excel формату, а за потребе обраде података прикупљених путем упитника кориштен је статистички програм SPSS (енгл. *Statistical Package for Social Science*). Обрада добијених података је обухватила дескриптивну статистичку анализу, табеларни и графички приказ података и њихово поређење према одговарајућим карактеристикама у складу са постављеним циљевима истраживања. Просјечне концентрације су упоређене са смјерницама СЗО за квалитет ваздуха и привременим циљевима за РМ, и препорукама СЗО за одабране загађиваче у затвореном простору за формалдехид.

Организација рада на терену

Истраживање је организовано и имплементирано од стране ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске и његових организационих јединица у шест географских подручја. Сваки регионални центар је имао задатак да направи свој план узорковања/мјерења квалитета ваздуха и климатских параметара у одабраним васпитно-образовним установама на географском подручју које покрива. Прва фаза истраживања је укључила састанак са директорима одабраних васпитно-образовних

установа у Републици Српској на којем им је представљена сврха, циљ и метод истраживања.

Друга фаза истраживања је укључила одлазак у васпитно-образовне установе ради процјене квалитета ваздуха и параметара комфора по претходно дефинисаном плану мјерења који је саставни дио протокола истраживања и активан надзор над спровођењем истраживања.

Етичка компонента истраживања

У истраживању су поштовани принципи Хелсиншке декларације, усвојене на 18. Скупштини Свјетске медицинске асоцијације одржаној у јуну 1964. године у Хелсинкију. Прије спровођења истраживања су прибављене сагласности на пројектни задатак од Министарства здравља и социјалне заштите у Влади Републике Српске и Министарства просвјете и културе у Влади Републике Српске, као и сагласност за улазак у предшколске установе у складу са актима Министарства просвјете и културе у Влади Републике Српске.

4. Резултати

Процјена квалитета ваздуха и параметара комфора извршена је у два временска раздобља у 10 васпитно – образовних установа у периоду јуни-август 2024. године (обухваћено 586 дјеце узраста од једне до шест година) и у периоду новембар-децембар 2025. године (обухваћено 513 дјеце узраста од једне до шест година). Одабране васпитно – образовне установе су биле из шест географских подручја Републике Српске:

1. ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Лепа Радић“ - Дјечији вртић „Бамби“, Артиљеријског пука 2А, Град Градишка, на дан 18.07.2024. године и 11. 11. 2025. године;
2. Дјечији вртић „Лептирић“ Нова Топола, Град Градишка на дан 19.07.2024. године и 13. 11. 2025. године;
3. ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Карађорђева 50, Град Добој, на дан 18.07.2024. године и 10. 1. 2025. године;
4. Дјечији вртић Петрово, општина Петрово, на дан 19.07.2024. године и 11. 11. 2025. године;
5. Јавна предшколска васпитно-образовна установа Дјечији вртић „Наша радост“, подручна јединица Вила, Вука Караџића 73, Град Зворник, на дан 29. 07. 2024. и 10. 11. 2025. године.;
6. Јавна предшколска васпитно-образовна установа Дјечији вртић „Наша радост“, подручна јединица Невен, Каракај, Град Зворник, на дан 30. 07. 2024. и 12. 11. 2025.;
7. ЈУ Дјечији вртић „Буба-мара“, Бранка Ћопића бр.2, Пале, на дан 25. 07. 2024. и 10. 11. 2025. године;
8. Дјечији вртић „Буба-мара 2“, Мокро бб, Пале, на дан 26. 07. 2024. и 11. 11. 2025. године;
9. ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце Дјечији вртић „Чика Јова Змај“, Светосавска 35А, Град Фоча, на дан 25. 07. 2024. и 10. 11. 2025. године;
10. ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Наша радост“- Организациона јединица Брегови, Светосавска 5, Град Требиње, на дан 25.07.2024. године и 12. 11. 2025. године.

У даљем тексту ће бити предстаљени резултати који се односе на карактеристике објекта, добру хигијенску праксу и резултате извршених мјерења појединачно за сваку од 10 локација.

4.1. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Лепа Радић“ - Дјечији вртић Бамби Градишка

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјецe „Лепа Радић“ - Дјечији вртић „Бамби“ Градишка је изграђена 2022. године као намјенски објекат за боравак дјецe предшколског узраста. У установу је уписано укупно 145 дјецe предшколског узраста који су разврстани у шест група при чему дистрибуција дјецe није једнака у свим узрастним групама (10 дјецe у јасличкој групи и 25 дјецe у старијој групи). За његу, старање, васпитање и образовање у установи задужено је 12 васпитача.

Објекат се налази у централном дијелу Града Градишка на удаљености од 200 до 499 m од саобраћајнице и око један километар од бензинске пумпе и пилане. Објекат има нову алуминијску столарију, природну и механичку вентилацију са централним системом за вентилацију, гријање и хлађење у свим надгледаним радним собама (РС1, 2 и 3). Подне облоге, у објекту су од синтетских материјала (винил, ПВЦ) и епоксид подлоге које су у радним собама прекривене итисонима/теписима који нису били присутни у вријеме мјерења (уклоњени због прања). У свакој радној соби се налази двоје унутрашњих врата и једна спољашња врата, те по два унутрашња прозора орјентисана према мокром чвору. Спољашњи прозори су у радним собама различито заступљени (РС1 /5, РС2 /3, РС3 /3) и на прозорима су ролетне. Објекат је грађен у складу са захтјевима за нискоенергетски објекат и стратегијом која дефинише наведену област. Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, бијела табла, телевизор, оловке за бијелу таблу, фломастери и боје за цртање. Провјетравање и чишћење се врше три до четири пута дневно.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле сљедећих карактеристика:

- РС1 (површина – 62,00 m²; висина – 2,80 m; волумена – 173,60 m³),
- РС2 (површина – 60,00 m²; висина – 2,80 m; волумена – 168,60 m³) и
- РС3 (површина – 60,00 m²; висина – 2,80 m; волумен – 168,60 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјецe у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјецe према просторијама у којима је извршено мјерење приказан је у Табели 1.

Табела 1. Укупан број дјецe по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	12	Радна соба 1	11
Радна соба 2	23	Радна соба 2	25
Радна соба 3	10	Радна соба 3	25

Табела 2. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лена Радић“ - Дјечији вртић Бамби Градишка

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,19	Радна соба 1	0,18
Радна соба 2	0,38	Радна соба 2	0,42
Радна соба 3	0,16	Радна соба 3	0,42

Анализом добијених података је уочено да је у радним собама 1 и 2, током љета и радној соби 1 током мјерења у грејној сезони због мањег броја присутне дјеце квадратура простора била знатно већа, а у радној соби 3 већа (РС1: 5,16 m² и 5,45 m²; РС 2: 6,0 m², РС3 2,60 m²) у односу на препоручену површину по дјетету у складу са правилником (2,5 m² по дјетету). Уколико посматрамо индикатор заузетости простора уочавамо да се он мијења у односу на број дјеце у оба временска раздобља (Табела 2).

Табела 3. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лена Радић“ - Дјечији вртић Бамби Градишка

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	26,54	24,10	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	66,23	48,83	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	9,98	24,39	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	15,31	32,05	45	15	-
CO ₂ (ppm)	1017,23	1105,39	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN-MAX, mg/m ³)	0,095 (0,04-0,06)	0,03 (0,03-0,05)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m ³)	0,08 (0,08-0,10)	0,11 (0,11-0,11)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха у вријеме мјерења нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане домаћим прописима, док су утврђене просјечне вриједности за влажност ваздуха у љетњем периоду (66,23%) биле изнад референтног распона дефинисаног домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30-60%) стандардом за затворени простор.

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM_{10} у оба посматрана периода нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане Стандардом СЗО из 2021. године за краткорочна излагања и стандардом УС-ЕПА. Међутим, у оба временска раздобља уочена су одступања у односу на препоручене граничне вриједности за дугорочна излагања према Стандарду СЗО.

Просјечне вриједности за фракције финих лебдећих честица $PM_{2,5}$ су у грејној сезони биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних стандардом СЗО из 2021. године за краткорочна излагања и стандардом УС-ЕПА, док уколико посматрамо горње граничне вриједности за дугорочна излагања уочавамо да су у оба посматрана периода утврђене просјечне концентрације за fine лебдеће честице биле изнад горњих граничних вриједности.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 су биле повећане у односу на граничне вриједности дефинисане ASHRAE стандардом на нивоу установе у оба посматрана временска интервала, што указује на лош квалитет ваздуха и повезује се са лошом праксом провјетравања просторија, Табела 3.

Утврђене просјечне концентрације за формалдехида на нивоу установе у љетњем и у периоду грејне сезоне биле су испод горњих граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и прописима СЗО из 2010. године ($0,1 \text{ mg/m}^3$ – просјек за 30 минута). Кретање нивоа просјечних вриједности у унутрашњим просторима у оба посматрана периода, као и њихово појединачно приказивање по просторијама, нема значаја, јер је просјечна максимална концентрација формалдехида била мања од $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) током оба посматрана временска раздобља биле су у оквиру референтног распона дефинисаног смјерницама УС-ЕПА (Табела 3) и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха .

На основу представљених резултата се уочава да су на нивоу установе забиљежена одступања у погледу повећане влажности ваздуха у љетњем периоду, повишених вриједности за угљен диоксид у оба посматрана периода и повишених вриједности за $PM_{2,5}$ честице у периоду грејне сезоне. Наведена одступања се могу довести у везу са лошијим провјетравањем, већом густином дјеце у просторијама, нарочито у зимском периоду и лошијим квалитетом амбијенталног ваздуха.

Табела 4. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Леп Радих“ - Дјечији вртић Бамби Градишка

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	28,80	9,80		
Релативна влажност (%)	57,20	77,90		
PM _{2.5} (µg/m ³)	7,00	39,43	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM ₁₀ (µg/m ³)	10,00	144,57	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO ₂ (ppm)	364,43	381,57		
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,00 (0,00-0,03)	0,00 (0,00-0,00)		
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,00 (0,00-0,01)	0,00 (0,00-0,02)		

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту нваедене предшколске установе уочава се значајно нижа температура у односу на љетње мјерење што је и очекивано, већа влажност и већа концентрација PM_{2.5} и PM₁₀ честица које значајно превазилазе горње граничне 24 часовне и годишње вриједности за амбијентални ваздух дефинисане од стране СЗО.

4.2. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Леп Радих“ - Дјечији вртић Лептирић Градишка

ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Леп Радих“ - Дјечији вртић „Лептирић“ Градишка је подручна установа ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Леп Радих“ Градишка. Смјештена је у руралној средини у мјесту Топола које је удаљено 12 km од центра града. У установу је укупно уписано 119 дјеце предшколског узраста која су разврстана у пет група, при чему је дистрибуција дјеце у узрастним групама различита (10 дјеце у јасличкој групи и 25 дјеце у старијој вртићкој групи од три до шест година). За његу, старање, васпитање и образовање у установи задужено је 10 васпитача.

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Леп Радих“ - Дјечији вртић „Лептирић“ Градишка је изграђена 2013. године као намјенски приземни објекат. Објекат се налази на удаљености од 200 до 499 m од главне саобраћајнице и двије бензинске пумпе удаљености 200 до 500 метара. Реновирање зграде објекта је извршено 2023. године када је постављена алуминијумска столарија.

Објекат располаже системом за природну и механичку вентилацију, клима уређајем у радним собама, а на прозорима се налазе тракасте завјесе. Као подне облоге у радним собама у којима је извршено мјерење су уочене различите подне облоге (PC₁ -ламинат, PC₂- ламинат и PC₃-синтетски материјал, епоксид) које су прекривене теписима који нису били присутни у вријеме мјерења (уклоњени због прања). У двије радне собе се налази двоје унутрашњих врата и једна спољашња врата, а у трећој двоје унутрашњих и двоје спољашњих врата (2/1, 2/1, 2/2). Радне собе немају унутрашње прозоре, док је заступљеност и распоред спољашњих прозора различита (PC₁ /6, PC₂ /3, PC₃ /6) и у вријеме мјерења су били отворени на кип.

Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, бијела табла, телевизор, оловке за бијелу таблу, фломастери и боје за цртање. Провјетравање и чишћење се врше три до четири пута дневно или више по потреби. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као врло релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле сљедећих карактеристика:

- PC₁ (површина – 64,00 m²; висина – 3,00 m; волумена – 192,00 m³),
- PC₂ (површина – 55,00 m²; висина – 3,00 m; волумена – 165,00 m³) и
- PC₃ (површина – 55,00 m²; висина – 3,00 m; волумена – 165,00 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 5.

Табела 5. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Зимско мјерење	
Радна соба 1	10	Радна соба 1	23
Радна соба 2	20	Радна соба 2	21
Радна соба 3	15	Радна соба 3	24

Табела 6. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лена Радић“ - Дјечији вртић Лептирић Градишка

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,16	Радна соба 1	0,36
Радна соба 2	0,36	Радна соба 2	0,38
Радна соба 3	0,27	Радна соба 3	0,44

Анализом добијених података је уочено да је у свим радним собама због мањег броја присутне дјецe квадратура простора по дјетету била већа у оба посматрана временска раздобља, односно знатно већа у радним собама 1 и 3 у љетњем периоду (радна соба 1: 6,4 m²; радна соба 3: 3,66 m²) у односу на препоручену површину по дјетету у складу са правилником (2,5 m² по дјетету), осим у соби 3 у грејној сезони гдје је била нешто нижа од препоручене (2,29 m² по дјетету) .

Табела 7. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњом простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лена Радић“ - Дјечији вртић Лептирић Градишка

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	29,42	26,06	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	67,36	47,25	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	21,60	24,58	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	31,67	35,06	45	15	-
CO ₂ (ppm)	848,30	1024,18	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN-MAX, mg/m ³)	0,09 (0,08-0,11)	0,02 (0,01-0,03)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m ³)	0,09 (0,07-0,13)	0,10 (0,08-0,13)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности температуре ваздуха у унутрашњим просторима објекта у вријеме мјерења прелазиле су горње граничне вриједности у љетњем периоду дефинисане домаћим прописима, док су просјечне вриједности релативне влажности ваздуха у просторијама објекта биле у оквиру дефинисаног референтног распона домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) стандардом за затворени простор у оба посматрана периода (Табела 7).

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ у оба посматрана периода нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардом СЗО из 2021. године за краткорочна излагања, док су утврђене просјечне концентрације за fine честице PM_{2.5} у оба посматрана периода биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних стандардима СЗО из 2021. године за краткорочна излагања (Табела 7). Уколико посматрамо утврђене просјечне концентрације за оба типа фракција лебдећих честица у односу на вриједности дефинисане стандардом СЗО

из 2021. године за дугорочна излагања уочавамо да су у оба посматрана временска раздобља забиљежене повишене вриједности.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 биле су повећане у односу на граничне вриједности дефинисане ASHRAE стандардом у оба посматрана периода што указује на лошије провјетравање.

Просјечне концентрације за формалдехид биле су испод горњих граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године ($0,1 \text{ mg/m}^3$ – просјек за 30 минута).

Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су оквиру референтног распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Наведена одступања, у погледу повишених концентрација CO_2 и финих и грубих лебдећих честица, могу се довести у везу са лошијим провјетравањем, већом густином дјеце, амбијенталним квалитетом ваздуха, врстом подних облога, санитарно-хигијенском праксом.

Табела 8. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Лена Радић“ - Дјечији вртић Лептирић Градишка

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	30,80	14,00		-
Релативна влажност (%)	62,80	62,00		-
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g/m}^3$)	11,86	21,71	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu\text{g/m}^3$)	15,29	26,86	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO_2 (ppm)	386,29	423,00		-
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,01 (0,00-0,01)		-
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,03 (0,00-0,09)		-

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Утврђене вриједности концентрација $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} честица не прелазе горње граничне вриједности за краткорочно излагање за амбијентални ваздух дефинисане од стране СЗО, док су уочене повишене вриједности за $\text{PM}_{2.5}$ честице у односу на дефинисане горње граничне вриједности за дугорочно излагање за амбијентални ваздух од стране СЗО.

4.3. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Мајке Југовић“ Добој је изграђена 2012. године као намјенски објекат за боравак дјеце предшколског узраста у централној стамбеној зони Града Добоја. У установу је уписано укупно 112 дјеце предшколског узраста који су разврстани у 5 група и дистрибуција дјеце је једнака у свим узрасним групама (24 дјеце у јасличкој групи и 24 дјеце у старијој групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјеце у установи задужено је 11 васпитача.

Објекат се налази у централном дијелу Града Добоја на удаљености од 100 до 199 m од саобраћајнице. Објекат је реновиран 2014. године и има пластичну столарију, природну и механичку вентилацију у виду прозора и клима уређаја у свим радним собама. Подне облоге у радним собама у којима су вршена мјерења обложене су синтетским материјалима (винил, ПВЦ). У свакој радној соби се налази по двоје унутрашњих и једна спољашња врата, те један унутрашњи прозор у радној соби 1 и три у радној соби 2 (PC₁/1 и PC₂/3). Спољашњи прозори су у свим радним собама једнако заступљени (PC₁ /5, PC₂ /5). Све радне собе су опремљене материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчкама и телевизором са кредом/оловкама, бојама за цртање/темперама. Провјетравање се врши један до два пута дневно, а чишћење просторија се врши три пута дневно.

Од стране запосленика у васпитно – образовној установи који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у двије радне собе које су биле истих карактеристика:

- PC₁ (површина – 47,25 m²; висина – 3,00 m; волумена – 141,75 m³) и
- PC₂ (површина – 47,25 m²; висина – 3,00 m; волумена – 141,75 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 9.

Табела 9 Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	24	Радна соба 1	28
Радна соба 2	20	Радна соба 2	19

Табела 10. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,51	Радна соба 1	0,59
Радна соба 2	0,42	Радна соба 2	0,40

Анализом добијених података је уочено да у радним собама 1 и 2 квадратура простора током мјерења у јулу мјесецу 2024. године и у радној соби 1 током мјерења у новембру мјесецу 2025. године није одговарала домаћим прописима односно да је била мања од препоручене (забиљежена вриједност 1,96 m² и 2,0 m² по дјетету, радна соба 1 и 2,36 m² по дјетету, радна соба 2, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

Табела 11. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	28,43	26,38	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	41,79	39,38	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	17,96	23,10	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	33,57	41,39	45	15	-
CO ₂ (ppm)	1229,86	905,99	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,02 (0,01-0,03)	0,00 (0,00-0,00)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,11 (0,06-0,18)	0,15 (0,11-0,19)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у вријеме мјерења прелазиле су горње граничне вриједности дефинисане домаћим прописима у оба временска раздобља, док су просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у периоду грејне сезоне биле нешто ниже од доње границе референтног распона дефинисаног домаћим прописима. Посматрано у односу на референтни распон дефинисан УС-ЕПА пепорукама за затворени простор (30 - 60%) утврђена вриједност за релативну влажност у оба временска раздобља није одступала. Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године

за краткорочну изложеност ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и УС-ЕПА ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$), док су просјечне концентрације за fine лебдеће честице $\text{PM}_{2.5}$ у оба посматрана периода биле изнад горњих граничних вриједности које су дефинисане препорукама СЗО из 2021. ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) за краткорочну изложеност. Уколико посматрамо утврђене просјечне концентрације за обе фракције лебдећих честица у односу на горње граничне вриједности за дугорочно излагање дефинисане стандардима СЗО из 2021. године уочавају се одступања у оба посматрана раздобља.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 у оба посматрана периода биле су повећане у односу на граничне вриједности дефинисане ASHRAE стандардом, што може указивати на лошије провјетравање и већу густину дјецe у просторијама.

Просјечне концентрације за формалдехид у оба посматрана временска раздобља су биле испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године ($0,1 \text{mg}/\text{m}^3$ – просјек за 30 минута).

Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) у оба посматрана раздобља су биле у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 12. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	30,80	10,00	-	-
Релативна влажност (%)	52,30	54,50	-	-
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	34,57	23,71	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	53,00	34,29	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO_2 (ppm)	397,00	410,29	-	-
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	-	-
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,01 (0,00-0,01)	-	-

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне концентрације за $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду што није очекивано. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на горње граничне вриједности дефинисане од стране СЗО из 2021. године за краткорочна излагања уочавамо одступања у оба временска раздобља за $\text{PM}_{2.5}$ и у љетњем периоду

за PM_{10} . Уколико наведене параметре посматрамо у односу на горње граничне вриједности дефинисане од стране СЗО из 2021. године за дугорочна излагања за амбијентални ваздух уочавају се одступања у оба временска периода за оба посматрана параметра.

4.4. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Петрово

ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Мајке Југовић“ Петрово је подручна установа Јавне установе за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Добој. Смјештена је у периферном дијелу Општине Петрово у непосредној близини веома прометне саобраћајнице посебно у љетном периоду. Обданиште је удаљено око један километар од центра Петрова, а тридесет један километар од Града Добоја. У установу је уписано 33 дјеце предшколског узраста, при чему је дистрибуција иста у обје узрасне групе. За његу старање и васпитање дјеце задужене су четири васпитачице. У свакој радној соби налазе се једна спољашња и једна унутрашња врата, те један унутрашњи прозор ($PC_1/0$ и $PC_2/1$) орјентисан према ходнику. Спољашњи прозори у радним собама су различито заступљени ($PC_1/3$ и $PC_2/2$) и орјентисани су према дворишту и веома прометној саобраћајници.

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Мајке Југовић“ Петрово је изграђена 2021. године као намјенски објекат за боравак дјеце предшколског узраста.

Објекат се налази у приградском дијелу града Добоја (удаљена један километар од центра града) на удаљености мањој од 100 m од саобраћајнице и паркинг простором. Објекат има пластичну столарију и природну и механичку вентилацију путем прозора и клима уређаја у свим просторијама. Подне облоге у објекту су од синтетског материјала (линолеум, винил, ПВЦ). У свакој радној соби се налазе једна спољашња и једна унутрашња врата, те различит број унутрашњих прозора ($PC_1/1$ и $PC_2/3$) који су оријентисани према мокром чвору. Спољашњи прозори су у радним собама различито заступљени ($PC_1/3$, $PC_2/2$). Радне собе су опремљене материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, телевизор, креда, боје за цртање и темпере. Провјетравање се врши један до два пута дневно, а чишћење три пута дневно.

Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као релевантне.

У вријеме мјерења микроклиматских параметара и параметара квалитета ваздуха у наведеној васпитно-образовној установи због периода годишњих одмора дјеца су била распоређена у једну просторију/радну собу.

Ради процјене карактеристика радних соба у редовном режиму рада и процјене заузетости радних соба у извјештају су приказане карактеристике обе радне собе:

- PC_1 (површина – 40,00 m²; висина – 3,00 m; волумена – 120,00 m³) и

- PC₂ (површина – 70,00 m²; висина – 3,00 m; волумена – 210,00 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 13.

Табела 13. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	20	Радна соба 1	30

Табела 14. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Петрово

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,50	Радна соба 1	0,75

Анализом добијених података је уочено да је у радној соби 1 у љетњем периоду и у радној соби 1 у грејној сезони квадратура простора била мања (2,0 m² и 2,33 m² по дјетету) од препоручене правилником (препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

Табела 15. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Петрово

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	29,13	26,20	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	55,33	43,45	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	23,66	75,89	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	43,79	124,14	45	15	-
CO ₂ (ppm)	2207,05	1163,14	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,01 (0,07-0,14)	0,05 (0,02-0,09)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,21 (0,11-0,37)	0,18 (0,15-0,21)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности температуре ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења прелазиле су горње граничне вриједности

дефинисане домаћим прописима за лjetњи период и период грејне сезоне. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода биле су у оквиру дефинисаног референтног распона домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор.

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM_{10} прелазиле су горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну изложеност ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и УС-ЕПА ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) у грејној сезони/новембар и у оба посматрана временска раздобља у односу на вриједности дефинисане за дугорочну изложеност.

Просјечне концентрације за fine лебдеће честице $PM_{2,5}$ су у оба посматрана временска раздобља биле изнад горњих граничних вриједности које су дефинисане препорукама СЗО из 2021. за краткорочну и дугорочну изложеност.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 су биле повећане у односу на граничне вриједности дефинисане ASHRAE стандардом у оба посматрана временска раздобља што може указивати на лошије провјетравање и већу густину дјецe.

Просјечне концентрације за формалдехид су биле испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године ($0,1 \text{mg}/\text{m}^3$ – просјек за 30 минута). Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) су биле у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 16. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Мајке Југовић“ Петрово

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	26,70	12,20	-	-
Релативна влажност (%)	66,80	63,70	-	-
$PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	204,00	22,71	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	293,57	37,43	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO_2 (ppm)	454,86	419,43	-	-
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	-	-
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,02 (0,01-0,04)	0,03 (0,00-0,07)	-	-

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне

концентрације за $PM_{2.5}$ и PM_{10} честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду што није очекивано. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на горње граничне вриједности дефинисане од стране СЗО из 2021. године уочавамо одступања у оба временска раздобља за $PM_{2.5}$ и у љетњем периоду за PM_{10} . Уколико исто учинимо у односу на годишње горње граничне вриједности за амбијентални ваздух дефинисане од стране СЗО за дугорочна излагања уочит ћемо да имамо у оба временска раздобља одступање за оба посматрана параметра.

4.5. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „Чика Јова Змај“ Фоча

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце – Дјечији вртић „Чика Јова Змај“ Фоча је изграђена 2020. године као намјенски објекат за боравак дјеце предшколског узраста у градској стамбеној зони Града Фоча. У установу је уписано 262 дјеце предшколског узраста који су разврстани у 11 група при чему је дистрибуција дјеце једнака у свим узрасним групама (23 дјетета у групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјеце задужено је 22 васпитача.

Објекат се налази у средишту Граду Фоча на удаљености 200-499 m од саобраћајнице. Објекат има пластичну столарију, природну и механичку вентилацију усисно-издувног карактера у свим радним собама. Подне облоге у свим радним собама у којима је извршено мјерење су од синтетских материјала (линолеум, винил, ПВЦ). У свакој радној соби се налази троје унутрашњих врата и двоје спољашњих врата и спољашњи прозори који су различито заступљени (PC_1 /7, PC_2 /7 и PC_3 /9). Свака од три радне собе у којима је вршено мјерење су опремљене материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, бијела табла, креда/оловке за бијелу таблу, боје за цртање/фломастере. Провјетравање се врши пет и више пута дневно, а чишћење два пута дневно. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле истих карактеристика:

- PC_1 (површина – $66,57 m^2$; висина – 3,16 m; волумена – $216,36 m^3$),
- PC_2 (површина – $66,57 m^2$; висина – 3,16 m; волумена – $216,36 m^3$) и
- PC_3 (површина – $66,57 m^2$; висина – 3,16 m; волумена – $216,36 m^3$).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 17.

Табела 17. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	17	Радна соба 1	15
Радна соба 2	7	Радна соба 2	12
Радна соба 3	9	Радна соба 3	12

Табела 18. Заузетост у радним собама у у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „ Чика Јова Змај“ Фоча

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,26	Радна соба 1	0,23
Радна соба 2	0,11	Радна соба 2	0,18
Радна соба 3	0,14	Радна соба 3	0,18

Анализом добијених података у оба посматрана временска раздобља је уочено да је у свим радним просторијама квадратура простора била у складу са домаћим прописима и нешто већа, што је пожељно (забиљежена вриједност од 3,91 m² по дјетету до 9,61 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

На дан мјерења дјеца су се приликом доласка у васпитно-образовну установу дочекивала и на крају радног времена испраћала из једне од наведених просторија које су истих карактеристика, те је за потребе истраживања израчунат и податак о расположивости простора по дјетету и уочено је да је површина по дјетету у простору у којем су боравила дјеца на почетку и на крају радног времена била нешто нижа од оне препоручене правилником (2,01 m², препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

Табела 19. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „ Чика Јова Змај“ Фоча

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	27,61	24,18	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	49,58	48,89	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	6,18	11,71	15	5	-

PM ₁₀ (µg/m ³)	13,05	22,52	45	15	-
CO ₂ (ppm)	511,46	756,42	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN-MAX, mg/m ³)	0,03 (0,00-0,07)	0,00 (0,00-0,00)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m ³)	0,10 (0,05-0,14)	0,12 (0,09-0,17)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности температуре ваздуха у унутрашњим просторима објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења биле су у оквиру горњих граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за грејну сезону и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода су биле у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор (Табела 19).

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну изложеност (45 µg/m³) и УС-ЕПА (65 µg/m³) у оба посматрана периода, док су уочена одступања у грејној сезони/новембар у виду повишених вриједности просјечних концентрација за PM₁₀ које су биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. године (15 µg/m³) за дугорочну изложеност.

Просјечне концентрације за fine лебдеће честице PM_{2,5} су у оба посматрана временска раздобља биле у оквиру референтних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну изложеност, али су биле повишене уколико посматрамо дефинисане горње граничне вриједности за дугорочну изложеност (Табела 19).

Просјечне утврђене концентрације CO₂ су биле испод горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у оба посматрана временска периода.

Просјечне концентрације за формалдехид су биле испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године (0,1 mg/m³ – просјек за 30 минута). Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта (Табела 19).

Табела 20. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији вртић „ Чика Јова Змај“ Фоча

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	26,10	14,40	-	-
Релативна влажност (%)	56,00	78,30	-	-
PM _{2.5} (µg/m ³)	6,14	9,71	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM ₁₀ (µg/m ³)	13,43	13,43	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO ₂ (ppm)	429,43	512,43	-	-
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	-	-
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,02 (0,00-0,11)	0,02 (0,00-0,05)	-	-

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се нешто више просјечне концентрације за PM_{2.5} и идентичне за PM₁₀ честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра у оба временска раздобља посматрамо у односу на дефинисане горње граничне вриједности за краткорочно излагање уочавамо да није било одступања за PM₁₀, док се за PM_{2.5} уочавају одступања уколико добијене вриједности у оба временска раздобља посматрамо у односу на горње граничне вриједности за дугорочна излагања.

4.6. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјецe – Дјечији центар „Бубамара“ Пале је изграђена 1988. године као намјенски централни објекат који има приземље и један спрат. У установу је уписано укупно 304 дјецe предшколског узраста који су разврстани у 12 група при чему је дистрибуција дјецe иста у свим узрасним групама (17 до 30 дјецe у групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјецe у установи задужено је 24 васпитача.

Објекат се налази у градској средини Пала на удаљености мањој од 100 m од саобраћајнице. Реновирање зграде објекта је извршено 2021. године када је постављена алуминијумска столарија. Објекат има природну и механичку вентилацију, која се обезбјеђује путем прозора и клима уређаја у радним собама. Као подне облоге у

радним собама у којима је извршено мјерење су уочени: ламинат (PC₁, PC₂) и синтетски материјал (винил, ПВЦ) (PC₃) које су у вријеме мјерења биле прекривене теписима. У свим радним собама се налази по двоје унутрашњих врата, док су по једна спољашња врата присутна само у двије радне собе (PC₁, PC₂). Унутрашњи прозори су забиљежени само у једној радној соби - радна соба PC₂, док је заступљеност спољашњих прозора у све три радне собе различита (PC₁ /4, PC₂ /5 и PC₃ /10). Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, табла и телевизор, креда, боје за цртање, љепило и пластелин. Провјетравање је различито: три до четири пута дневно у радној соби 1; пет и више пута дневно у радној соби 2 и један до два пута дневно у радној соби 3, а чишћење се обавља два пута дневно у све три посматране радне собе. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као врло релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле сљедећих карактеристика:

- PC₁ (површина – 52,20 m²; висина – 3,37 m; волумена – 175,91 m³),
- PC₂ (површина – 19,50 m²; висина – 3,37 m; волумена – 65,72 m³) и
- PC₃ (површина – 57,05 m²; висина – 2,50 m; волумена – 142,63 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 21.

Табела 21. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	15	Радна соба 1	18
Радна соба 2	21	Радна соба 2	22
Радна соба 3	31	Радна соба 3	25

Табела 22. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,29	Радна соба 1	0,34
Радна соба 2	1,08	Радна соба 2	1,13
Радна соба 3	0,54	Радна соба 3	0,44

Анализом добијених података је уочено да је у радној соби 1 квадратура простора одговарала домаћим прописима и била и нешто већа, што је пожељно (забиљежена вриједност 3,48 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²), док је у радним собама 2 и 3 дистрибуција дјече била већа, а самим тим и предвиђен простор површине радне просторије по дјетету мањи и испод граничних вриједности предвиђених правилником (забиљежена вриједност од 0,93 m² по дјетету до 1,84 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

Табела 23. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“

Пале

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	27,77	24,93	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	50,28	45,87	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	18,09	17,64	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	41,84	37,52	45	15	-
CO ₂ (ppm)	891,32	1068,46	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,02 (0,02-0,04)	0,01 (0,00-0,02)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,15 (0,10-0,22)	0,18 (0,12-0,25)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења су биле у оквиру горњих граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за зимски и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода су биле у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор .

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну изложеност (45 µg/m³) и УС-ЕПА (65 µg/m³) у оба посматрана периода. Уколико посматрамо утврђене просјечне концентрације у оба временска раздобља у односу на горње граничне вриједности које су дефинисане препорукама СЗО из 2021. за

дугорочну изложеност уочавају се одступања у оба посматрана периода за наведени параметар.

Просјечне концентрације за fine лебдеће честице $PM_{2,5}$ су у оба посматрана временска раздобља биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну и дугорочну изложеност.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 биле су изнад горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у оба посматрана временска раздобља.

Просјечне концентрације за формалдехид биле су испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године ($0,1 \text{ mg/m}^3$ – просјек за 30 минута). Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 24. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“
Пале

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура ($^{\circ}C$)	26,00	13,00	-	-
Релативна влажност (%)	45,00	67,70	-	-
$PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5,57	2,29	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11,00	3,14	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; Годишње: 40
CO_2 (ppm)	463,86	466,86	-	-
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,03)	-	-
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,02)	0,02 (0,00-0,06)	-	-

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне концентрације за $PM_{2,5}$ и PM_{10} честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду, што није уобичајено, али може бити повезано са ружом вјетрова, климатским параметрима и радом, бројем и стање стационарних и мобилних загађиваћа. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на дефинисане горње граничне вриједности за краткорочна и дугорочна излагања уочавамо да није било одступања.

4.7. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро

ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце – Дјечији центар „Бубамара“ Пале Организациона јединица „Буба-мара 2“ је подручна установа Јавне установе за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале. Смјештена је у руралној средини у мјесту Мокро које је удаљено 14 km од центра града. У установу је уписано укупно 28 дјеце предшколског узраста сврстаних у једну групу. За његу, старање, васпитање и образовање дјеце у установи задужена су два васпитача.

Подручна ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце – Дјечији центар „Бубамара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро, се налази у Основној школи Мокро у учионици која је адаптирана 2022. године за потребе ове предшколске установе. Објекат се налази на удаљености од 100 до 199 m од саобраћајнице и пиране. Објекат има алуминијумску столарију, природну и механичку вентилацију, располаже клима уређајем у радним собама. Као подне облоге у радној соби у којој је извршено мјерење су уочене подне облоге од синтетског материјала (винил, ПВЦ) прекривене тепихом. У радној соби у којој су вршена мјерења се налази троје унутрашњих и шест спољашњих прозора. Радна соба је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке и телевизор са кредом за таблу, бојама за цртање и љепилом. Провјетравање се врши пет и више пута дневно. Одржавање чистоће укључује чишћење једном дневно у радној соби. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као врло релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у једној радној соби која је била сљедећих карактеристика:

- РС₁ (површина – 42,50 m²; висина – 3,50 m; волумена – 148,75 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 25.

Табела 25. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	12	Радна соба 1	22

Табела 26. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,28	Радна соба 1	0,52

Анализом добијених података је уочено да је у радној соби 1 квадратура простора одговарала прописима који се односе на оснивање предшколских установа и била и нешто већа од препоручене минималне, што је пожељно у љетњем периоду мјерења (забиљежена вриједност 3,54 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²), док је у периоду грјене сезоне била испод (забиљежена вриједност 1,93 m² по дјетету).

Табела 27. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	26,10	22,30	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	47,70	51,98	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	14,18	10,79	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	36,18	24,75	45	15	-
CO ₂ (ppm)	759,43	1509,57	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,02 (0,01-0,03)	0,04 (0,02-0,06)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,10 (0,05-0,21)	0,19 (0,15-0,28)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења су биле у оквиру граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за зимски и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода су биле у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор.

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године

за краткорочну изложеност ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и УС-ЕПА ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) у оба посматрана периода. Уколико посматрамо утврђене просјечне концентрације у оба посматрана периода у односу на горње граничне вриједности које су дефинисане препорукама СЗО из 2021. за дугорочну изложеност уочавају се одступања у оба посматрана периода за наведени параметар.

Просјечне концентрације за fine лебдеће честице $\text{PM}_{2,5}$ су у оба посматрана временска раздобља биле испод горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну изложеност, али су истовремено у оба посматрана периода биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних за дугорочну изложеност.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 биле су испод горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у љетем периоду, а изнад у грејној сезони.

Просјечне концентрације за формалдехид су биле испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године ($0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ – просјек за 30 минута). Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 28. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање – Дјечији центар „Буба-мара“ Пале, Организациона јединица „Буба-мара 2“ Мокро

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	22,50	9,20		
Релативна влажност (%)	44,20	76,80		
$\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,14	2,00	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4,43	4,29	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; Годишње: 40
CO_2 (ppm)	399,00	418,57		
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)		
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,02)		

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне концентрације за $\text{PM}_{2,5}$ и PM_{10} честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду, што није уобичајено, али може бити повезано са ружом вјетрова, климатским параметрима и радом, бројем и стањем стационарних и

мобилних загађиваћа. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на горње граничне вриједности за краткорочно и дугорочно излагање уочавамо да није било одступања.

4.8. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“ је изграђена 90-тих година као објекат за становање са приземљем и једним спратом, а 2023. године адаптирана и реновирана за потребе боравка дјеце У установу је уписано укупно 131 дијете предшколског узраста. У установи су дјеца распоређена у седам група при чему је дистрибуција дјеце иста у свим узрасним групама (19 дјеце у групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјеце у установи задужено је 14 васпитача.

Објекат се налази у централном дијелу Града Зворника на удаљености мањој од 100 m од саобраћајнице и бензинске пумпе. Објекат има пластичну столарију и систем за природну и механичку вентилацију која се обезбјеђује путем прозора и клима уређаја у свим посматраним радним собама (РС₁, РС₂ и РС₃). Као подне облоге у радним собама у којима је извршено мјерење су уочене различите подне облоге (РС₁ и РС₂ - итисон и РС₃- паркет) које су у тренутку мјерења биле прекривене тепихом. У свакој радној соби се налазе једна унутрашња врата, док су спољашња врата забиљежена само у радној соби 2. Радне собе немају унутрашње прозоре, а заступљеност спољашњих прозора је иста у све три радне собе (РС_{1/2}, РС_{2/2} и РС_{3/2}). Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке са бојама за цртање и бојење. Провјетравање се врши три до четири пута дневно, а одржавање чистоће једаном дневно. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као врло релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле сљедећих карактеристика:

- РС₁ (површина – 34,40 m²; висина – 2,80 m; волумена – 96,32 m³),
- РС₂ (површина – 60,14 m²; висина – 2,80 m; волумена – 168,39 m³) и
- РС₃ (површина – 49,60 m²; висина – 2,80 m; волумена – 138,88 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 29.

Табела 29. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	22	Радна соба 1	19
Радна соба 2	12	Радна соба 2	23
Радна соба 3	20	Радна соба 3	15

Табела 30. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,64	Радна соба 1	0,55
Радна соба 2	0,20	Радна соба 2	0,38
Радна соба 3	0,40	Радна соба 3	0,30

Анализом добијених података је уочено да квадратура простора по дјетету у двије од три радне собе није одговарала домаћим прописима који се односе на оснивање предшколских установа (забиљежена вриједност од 1,72 m² по дјетету до 2.25 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²).

Табела 31. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h (µg/m ³)	WHO AQG* годишње (µg/m ³)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура (°C)	27,36	22,12	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	52,24	62,58	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} (µg/m ³)	29,37	38,01	15	5	-
PM ₁₀ (µg/m ³)	56,76	78,55	45	15	-
CO ₂ (ppm)	1014,40	1686,18	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдехид (MIN-MAX, mg/m ³)	0,48 (0,40-0,55)	0,13 (0,12-0,15)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m ³)	0,41 (0,36-0,46)	0,25 (0,22-0,30)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења су биле у оквиру граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за зимски и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода су биле у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор .

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM_{10} у оба посматрана периода прелазиле су горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну и дугорочну изложеност. Просјечне концентрације за fine лебдеће честице $PM_{2,5}$ су у оба посматрана временска раздобља биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну и дугорочну изложеност.

Просјечне утврђене концентрације CO_2 биле су изнад горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у оба посматрана периода.

Просјечне концентрације за формалдехид биле су испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима, али су биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2010. године (0,1 mg/m^3 – просјек за 30 минута) у оба посматрана периода. Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 32. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Вила“

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	27,30	11,90		
Релативна влажност (%)	54,10	56,00		
$PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$)	63,00	29,86	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	96,29	36,86	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; Годишње: 40
CO_2 (ppm)	392,86	443,29		
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m^3)	0,00 (0,00–0,00)	0,00 (0,00–0,00)		
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m^3)	0,01 (0,00–0,02)	0,04 (0,04–0,05)		

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне концентрације за $PM_{2.5}$ и PM_{10} честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду, што није уобичајено, али може бити повезано са ружом вјетрова, климатским параметрима и радом, бројем и стањем стационарних и мобилних загађиваћа. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на дефинисане горње граничне вриједности за краткорочна и дугорочна излагања уочавају се одступања у оба временска раздобља за $PM_{2.5}$. Уколико посматрамо утврђене просјечне вриједности за PM_{10} честице уочавамо да су оне биле повишене у љетњем периоду у односу на дефинисане горње граничне вриједности за краткорочна излагања и у оба временска раздобља у односу на дефинисане горње граничне вриједности за дугорочна излагања.

4.9. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ Каракај

ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ је подручна установа ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече „Наша радост“ Зворник. Објекат је смјештен у мјесту Каракај удаљеном 6 km од центра града. У установу је укупно уписано 176 дјече предшколског узраста која су распоређена у 10 група при чему је дистрибуција дјече подједнака у свим узрастним групама (17 дјече у групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјече у установи задужено је 22 васпитача.

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјече „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ је изграђена 2017. године као намјенски приземни објекат. Објекат се налази на удаљености мањој од 100 m од саобраћајница и Фабрике глинице Бинач д.о.о. „Алумина“. Објекат има дрвену столарију, природну и механичку вентилацију и клима уређаје у радним собама. Као подне облоге у радним собама у којима је извршено мјерење су уочене облоге од синтетских материјала (линолеум, винил, ПВЦ). У свакој радној соби у којој је извршено мјерење се налазе по једна унутрашња и спољашња врата, те по два спољашња прозора ($PC_{1/2}$, $PC_{2/2}$ и $PC_{3/2}$).

Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење је опремљена материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, бијела табла, креда и боје за цртање и бојење. Провјетравање радних соба се врши три до четири пута дневно, а чишћење три пута дневно у радној соби 1 и два пута дневно радним собама 2 и 3 (PC_2 и PC_3).

Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као врло релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у три радне собе које су биле сљедећих карактеристика:

- РС₁ (површина – 49,00 m²; висина – 2,80 m; волумена – 137,20 m³),
- РС₂ (површина – 72,00 m²; висина – 2,80 m; волумена – 201,60 m³) и
- РС₃ (површина – 49,00 m²; висина – 2,80 m; волумена – 137,20 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 33.

Табела 33. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	15	Радна соба 1	14
Радна соба 2	22	Радна соба 2	10
Радна соба 3	16	Радна соба 3	21

Табела 34. Заузетост у радним собама у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ Каракај

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,31	Радна соба 1	0,29
Радна соба 2	0,31	Радна соба 2	0,14
Радна соба 3	0,33	Радна соба 3	0,43

Анализом добијених података је уочено да је у свим посматраним радним собама квадратура простора по дјетету одговарала домаћим прописима који се односе на оснивање предшколских установа (забиљежена вриједност од 3,06 m² по дјетету до 3,26 m² по дјетету, препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m²) осим у радној соби 3 у зимском пеериоду (2,33 m²).

Табела 35. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ Каракај

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			WHO AQG* 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO AQG* годишње ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	26,08	24,13	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	49,23	47,63	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63,98	31,24	15	5	-
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	160,46	58,56	45	15	-
CO ₂ (ppm)	878,83	950,24	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдеhid (MIN-MAX, mg/m^3)	0,09 (0,07-0,12)	0,08 (0,07-0,10)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m^3)	0,21 (0,18-0,31)	0,20 (0,16-0,25)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења биле су у оквиру граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за грејну сезону и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода биле су у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор.

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ су у оба посматрана периода прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну и дугорочну изложеност. Просјечне концентрације за fine лебдеће честице PM_{2,5} су у оба посматрана временска раздобља биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну и дугорочну изложеност.

Просјечне утврђене концентрације CO₂ биле су изнад горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у оба посматрана периода.

Просјечне концентрације за формалдеhid биле су испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године (0,1 mg/m^3 – просјек за 30 минута) у оба посматрана периода. Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) су биле у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 36. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у унутрашњем простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Зворник – Подручна јединица „Невен“ Каракај

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	26,00	14,14		
Релативна влажност (%)	54,00	62,98		
PM _{2.5} (µg/m ³)	359,29	556,86	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM ₁₀ (µg/m ³)	739,00	1537,14	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; Годишње: 40
CO ₂ (ppm)	393,86	411,57		
Формалдехид (MIN–MAX, mg/m ³)	0,00 (0,00-0,02)	0,00 (0,00-0,00)		
Укупне органске испарљиве материје (MIN–MAX, mg/m ³)	0,02 (0,00-0,07)	0,02 (0,00-0,05)		

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се више просјечне концентрације за PM_{2.5} и PM₁₀ честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на дефинисане горње граничне вриједности за за краткорочно и дугорочно излагање уочавају се значајна одступања за оба посматрана параметра у оба временска раздобља.

4.10. Јавна установа за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Требиње – Брегови

Зграда ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјецe „Наша радост“ Требиње – Брегови је изграђена 1974. године као намјенски објекат за боравак дјецe предшколског узраста. У установу је уписано 234 дјецe предшколског узраста који су разврстани у осам група при чему је дистрибуција дјецe једнака у свим узрасним групама (29 дјецe у групи). За његу, старање, васпитање и образовање дјецe у установи је задужено 18 васпитача.

Објекат се налази у централном дијелу Града Требиња на удаљености мањој од 100 m од саобраћајнице. Реновирање зграде објекта је извршено 2014. и 2019. године и има постављену пластичну столарију. Објекат има природну и механичку вентилацију и клима уређаје у радним собама. Као подне облоге у радним собама у којима је извршено мјерење су уочене подне облоге од ламината прекривене тепихом. У све три радне собе се налазе по једна унутрашња врата, а у радној соби 2 једна спољашња

врата. Радна соба 1 има четири спољашња прозора, а радне собе 2 и 3 имају по два спољашња прозора (РС_{1/4}, РС_{2/2} и РС_{3/2}).

Свака од три радне собе у којима је извршено мјерење су опремљене материјалима за игру, рано учење и дидактичким средствима и опремом, те аудио-визуелним средствима: играчке, бијела табла, креда/оловке за бијелу таблу, боје за цртање и бојење. Провјетравање се врши три до четири пута дневно, а чишћење два пута дневно. Од стране запосленика васпитно – образовне установе који су учествовали у интервјуу за оцјену хигијенско-санитарног стања објекта процијењени услови у објекту су оцијењени као врло добри, а активности усмјерене на праћење квалитета ваздуха као релевантне.

Праћење квалитета ваздуха и микроклиматских параметара обухватало је мјерења у мјерења у три радне собе различитих карактеристика:

- РС₁ (површина – 77,44 m²; висина – 4,00 m; волумена – 309,76 m³),
- РС₂ (површина – 51,92 m²; висина – 3,00 m; волумена – 155,76 m³) и
- РС₃ (површина – 49,16 m²; висина – 3,00 m; волумена – 147,48 m³).

Заузетост у радним собама 1, 2 и 3 је у вријеме мјерења била различита, а израчуната је на основу броја присутне дјеце у просторији и податка о квадратури просторије. Укупан број дјеце према просторијама у којима је извршено мјерење приказано је у Табели 37.

Табела 37. Укупан број дјеце по просторијама

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	24	Радна соба 1	30
Радна соба 2	18	Радна соба 2	32
Радна соба 3	12	Радна соба 3	17

Табела 38. Заузетост у радним собама у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Требиње – Брегови

Љетње мјерење		Мјерење у грејној сезони	
Радна соба 1	0,31	Радна соба 1	0,39
Радна соба 2	0,35	Радна соба 2	0,62
Радна соба 3	0,24	Радна соба 3	0,35

Анализом добијених података је уочено да је у радним собама 1, 2 и 3 квадратура простора одговарала домаћим прописима који се односе на оснивање предшколских установа (забиљежена вриједност од 2,88 m² по дјетету до 4,09 m² по дјетету, а препоручена површина по дјетету у складу са правилником 2,5 m² осим у радној соби 2 током зимског мјерења због већег броја дјеце када је износила 1,62 m² по дјетету).

Табела 39. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у унутрашњем простору у ЈУ за предиколско васпитање и образовање „Наша радост“ Требиње – Брегови

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности		
			AQG WHO 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AQG WHO годишње ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Домаћи прописи и друге међународне смјернице
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	28,83	22,20	-	-	Домаћи прописи: 28
Релативна влажност (%)	43,49	54,83	-	-	Домаћи прописи: 40-60
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13,50	19,71	15	5	-
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	28,31	39,80	45	15	-
CO ₂ (ppm)	1070,71	1494,42	-	-	ASHRAE: < 800
Формалдеhid (MIN-MAX, mg/m^3)	0,02 (0,01-0,04)	0,10 (0,11-0,11)	-	-	Домаћи прописи: 1.5
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m^3)	0,11 (0,09-0,22)	0,21 (0,21-0,21)	-	-	УС ЕПА: 0,15

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Просјечне вриједности за температуру ваздуха унутрашњих простора објекта у оба временска раздобља у вријеме мјерења су биле у оквиру граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за зимски и љетњи период. Просјечне вриједности за релативну влажност у просторијама објекта у оба посматрана периода су биле у референтном распону дефинисаном домаћим прописима (40 – 60%) и УС-ЕПА (30 - 60%) за затворени простор .

Утврђене просјечне концентрације за фракције грубих лебдећих честица PM₁₀ у оба посматрана периода нису прелазиле горње граничне вриједности дефинисане стандардима СЗО из 2021. године за краткорочну и дугорочну изложеност (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) и УС-ЕПА (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Просјечне концентрације за fine лебдеће честице PM_{2.5} су биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних препорукама СЗО из 2021. за краткорочну изложеност у грејној сезони, док су у односу на препоручене граничне вриједности за дугорочну изложеност биле повишене у оба посматрана периода.

Просјечне утврђене концентрације CO₂ су биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних ASHRAE стандардом у оба посматрана периода.

Просјечне концентрације за формалдеhid су биле испод граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима и препорукама СЗО из 2010. године (0,1 mg/m^3 – просјек за 30 минута) у оба посматрана периода.

Утврђене просјечне концентрације за укупне испарљиве органске спојеве (VOC) биле су у оквиру препорученог распона од стране УС-ЕПА и у оквиру вриједности за добар квалитет ваздуха унутрашњих простора објекта.

Табела 40. Микроклиматски услови и параметри квалитета ваздуха у вањском простору у ЈУ за предшколско васпитање и образовање „Наша радост“ Требиње – Брегови

Параметар	Љетње мјерење	Мјерење у грејној сезони	Референтне вриједности	
			WHO AQG*	Домаћи прописи
Температура (°C)	28,70	19,80		
Релативна влажност (%)	40,90	43,20		
PM _{2,5} (µg/m ³)	5,86	3,71	24h = 15; годишње = 5	годишње: 20
PM ₁₀ (µg/m ³)	12,00	5,57	24h = 45; годишње = 15	24 h = 50; годишње: 40
CO ₂ (ppm)	504,86	515,29		
Формалдехид (MIN-MAX, mg/m ³)	0,01 (0,00-0,06)	0,00 (0,00-0,00)		
Укупне органске испарљиве материје (MIN-MAX, mg/m ³)	0,06 (0,00-0,37)	0,01 (0,01-0,01)		

*2021 WHO air quality guidelines (source: WHO (2021); <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Уколико посматрамо микроклиматске услове и параметре квалитета ваздуха у вањском простору/дворишту наведене предшколске установе уочавају се ниже просјечне концентрације за PM_{2,5} и PM₁₀ честице у грејној сезони у односу на утврђене просјечне концентрације у љетњем периоду, што није уобичајено, али може бити повезано са ружом вјетрова, климатским параметрима и радом, бројем и стањем стационарних и мобилних загађиваћа. Уколико утврђене просјечне концентрације за оба параметра и оба временска раздобља посматрамо у односу на дефинисане горње граничне вриједности за краткорочно и дугорочно излагање не уочавају се одступања за оба посматрана параметра у оба временска раздобља за краткорочна излагања, али се уочавају одступања за PM_{2,5} у љетњем периоду за дугорочна излагања.

5. 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.

5.1. 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 дјеце 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 дјеце.

Табела 41. Преглед организованих радионица у васпитно образовним установама

Установа	Датум одржавања радионице	Број учесника
ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „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 дјеце Дјечији вртић „Чика Јова Змај“, Фоча	11.12.2025.	22
ЈУ за предшколско васпитање и образовање дјеце „Лепа Радић“ - Дјечији вртић „Бамби“, Градишка	12.12.2025.	22
УКУПНО		107

5.1.1. Садржај и начин реализације радионица

Садржај радионица био је прилагођен узрасту дјеце, 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 дјеца 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“. Едукативни материјали су саставни дио извјештаја као и фотографије са реализованих радионица (Прилог 5).

5.2. 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 које су саставни дио овог извјештаја, као и фотографије настале током реализације округлог стола (Прилог 5).

5.3. 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.

6. Дискусија

Дјеца су изложена различитим факторима ризика из животне средине на мјестима гдје се образују, васпитају и живе, који могу имати снажан утицај на њихово здравље, раст и развој. Квалитет ваздуха у затвореном простору је једна од детерминанти здравља и благостања дјеце и приоритет јавног здравља. Свјетска здравствена организација истиче да нарушен квалитет ваздуха представља водећи еколошки ризик по јавно здравље током живота и указује да неодржива потрошња, неефикасна употреба енергије у домаћинствима, транспорт, сагорјевање отпада, лоше планирање коришћења земљишта, индустријско загађење и производња електричне енергије широм свијета доприносе нарушеном квалитету ваздуха који несразмјерно погађа најсиромашније и најосјетљивије популационе групе. Наручен квалитет ваздуха одговоран је за око седам милиона смртних случајева сваке године, насталих усљед болести срца, можданог удара, хроничне опструктивне болести, рака плућа и упале плућа. Према WHO Global Air Quality Guidelines (2021), не постоји праг испод којег изложеност финим лебдећим честицама (PM_{2.5}) не носи ризик по здравље. Свјетска здравствена организација препоручује годишњу средњу концентрацију PM_{2.5} од 5 µg/m³ и 24-часовну средњу вриједност од 15 µg/m³ за амбијентални ваздух. Иако су ове смјернице примарно намијењене амбијенталном ваздуху, у научним истраживањима се све чешће користе као здравствена референтна основа и за процјену ризика у затвореним просторима, посебно у установама у којима бораве осјетљиве групе као што су дјеца. Све је већи број доказа који упућују на то да нарушен квалитет ваздуха поред одузетих година живота и нарушеног квалитета живота проузрокованог различитим болестима и стањима унутар респираторног тракта може бити повезан и са појавом других нежељених здравствених исхода попут ниске порођајне масе за узраст, дијабетеса, когнитивних оштећења, па чак и менталног здравља.

Квалитет ваздуха у затвореном простору у јавним установама зависи од много фактора: географске орјентације; продирања загађивача из спољашње средине (спољашњег ваздуха); емисије из грађевинских материјала и других предмета који се користе у затвореном простору; врсте активности и врсте вентилационог система и стопе вентилације (Anake et al., 2020.; Guak et al., 2021.; Oliveira et al., 2016.; Zhang et al., 2021.; Harrison et al., 2012; Burridge et al., 2023; Handy, A. E. E et al., 2025) .

У оквиру наше пилот студије, а у складу са Акционим планом за превенцију и контролу незаразних болести у Републици Српској за период од 2019. до 2026. године који се односи на активности стварања здравијег окружења у васпитно образовним и образовним установама пилотирали смо методологију за праћење микроклиматских услова и одабраних параметара квалитета ваздуха у затвореним просторима и амбијенталног ваздуха у 10 одабраних васпитно-образовних установа. Истраживање је спроведено у два временска периода, током љетњег периода и у периоду грејне сезоне, што је омогућило сагледавање сезонских разлика у микроклиматским условима и квалитету ваздуха у затвореним просторима. На основу добијених резултата уочено је да су микроклиматски услови одступали у четири васпитно-образовне установе током

љетњег периода мјерења услед повишених вриједности за температуру које су биле изнад горњих граничних вриједности дефинисаних домаћим прописима за љетњи период у васпитно-образовним установама: „Лептирић“ Топола, Градишка (29,42°C), вртићу „Мајке Југовић“ у Добоју (28,43°C), вртићу у Петрову, Добој (29,13°C) и вртићу „Брегови“, Требиње (28,83°C) и у два објекта у погледу повишених просјечних вриједности за релативну влажност, у васпитно-образовним установама „Бамби“ Градишка (66,23%) и „Лептирић“ Топола Градишка (67,36%), које су биле изнад референтног распона дефинисаног домаћим прописима (40 - 60%) и УС-ЕПА (30-60%) стандардом за затворени простор. Наведена одступања су уједно била и изван препоручених опсега дефинисаних европским стандардом EN 16798-1 и RENVA смјерницама, које за затворени простор препоручују температурни опсег од 20–26 °C и релативну влажност од 30–60 %. Утврђена одступања у љетном периоду доприносе лошијим условима боравка дјецe, повезују се са лошијом природном и вјештачком вентилацијом у објекту (мањи број стаклених површина у односу на квадратуру просторије и неадекватна учесталост провјетравања), те представљају фактор ризика за развој плијесни и нарушен микробиолошки квалитет ваздуха и могу допринијети настанку биоаеросола који повећавају ризик од развоја алергијских стања и астме међу дјецом која похађају предшколску установу.

За разлику од љетњег периода, током грејне сезоне у већини посматраних установа нису уочена значајна одступања у погледу температуре и релативне влажности ваздуха, што указује на стабилније микроклиматске услове у затвореним просторима у хладнијем дијелу године. Поређење резултата из оба временска периода показује да су микроклиматска одступања израженија током љетњег периода. Више аутора у својим радовима указује на значај праћења пареметара комфора истичући да температура и релативна влажност могу допринијети акумулацији загађивача у затвореном простору (Huang et al., 2016; Sakai et al., 2004; Wolkoff & Nielsen, 2010).

Разматрајући добијене резултате за показатеље квалитета ваздуха унутрашњих простора у десет одабраних јавних васпитно-образовних установа Републике Српске уочава се да су од четири посматрана показатеља нарушеног квалитета ваздуха у унутрашњим просторима (PM_{2,5}, PM₁₀, CO₂, НСНО и VOC) најчешће биле повећане вриједности за fine и грубе честице.

Штетни ефекти честица (PM) су добро документовани и повезани су са неповољним ефектима на респираторно и кардиоваскуларно здравље (Kim et al., 2015). Посебна пажња је посвећена штетним ефектима честица са аеродинамичким пречником мањим од 2,5 µm (PM_{2,5}) јер ове fine честице могу продријети дубље у плућа, при чему дио ултрафиних честица (PM_{0,1}) прелази у крвоток и стиже и до других органа (Exley et al., 2022). Дјецa као што је већ наглашено су осјетљивија на штетне ефекте PM_{2,5} јер удишу већу количину ваздуха по јединици тјелесне масе у поређењу са одраслима, што може имати штетне ефекте на њихов имуни систем и плућа у развоју (Rees, 2017). Дугорочна изложеност PM_{2,5} повезана је са негативним ефектима на развој плућа и са погоршањем астме код дјецe (Son, 2023; Exley et al., 2022) што посљедишно доводи до смањене

способности дјеце, већег броја изостанка из школе, чешћих посјета љекару и учесталијих хоспитализација (Zhang et al., 2022). Лош квалитет ваздуха повезан је и са смањењем когнитивних перформанси, што може имати негативне посљедице по постигнућа дјеце и адолесцената (Wargocki et al., 2020).

Предшколске и школске установе представљају окружење у којем дјеца и адолесценти проводе приближно 6-8 сати (30%) свог времена (Son, 2023; Faria et al., 2020) због чега је неопходно мјерити и успоставити мониторинг за одређивање концентрације $PM_{2.5}$ у овим установама који се тренутно не проводи и није регулисан постојећим подзаконским актима. Према препорукама Свјетске здравствене организације, из здравствених разлога, 24-часовна средња концентрација $PM_{2.5}$ у затвореном и спољашњем ваздуху не би требало да прелази $15 \mu g/m^3$ (WHO, 2021).

У интерпретацији измјерених концентрација лебдећих честица, примарно су коришћене смјернице Свјетске здравствене организације (WHO, 2021), које представљају најстрожији референтни оквир за процјену утицаја загађења ваздуха на здравље, посебно код осјетљивих популационих група као што су дјеца. Просјечне концентрације за fine и грубе лебдеће честице посматране су у односу на горње граничне вриједности за краткорочна (24-часована) и дугорочна (годишња) излагања истим. У 2024. години усвојена је Директива (ЕУ) 2024/2881 о квалитету амбијенталног ваздуха и чистијем ваздуху за Европу у којој су задржане годишње граничне вриједности од $25 \mu g/m^3$ за $PM_{2.5}$ и $40 \mu g/m^3$ за PM_{10} , које су претходно дефинисане Директивом 2008/50/ЕС. Истовремено, Директива (ЕУ) 2024/2881 уводи знатно строжије циљане вриједности, које представљају будуће регулаторне захтјеве и које ће се примјењивати од 2030. године, укључујући годишње вриједности од $10 \mu g/m^3$ за $PM_{2.5}$ и $20 \mu g/m^3$ за PM_{10} , са циљем постепеног смањења изложености становништва лебдећим честицама и приближавања здравствено оптималним нивоима дефинисаним смјерницама Свјетске здравствене организације (Прилог 6). Имајући у виду да су у оквиру нашег пилот истраживања предмет истраживања биле установе у којима бораве дјеца, као посебно осјетљива популациона група, користили смо строжије СЗО смјернице.

Одступања за $PM_{2.5}$ су се кретала у распону од 17,96 до 63,98 $\mu g/m^3$, а за PM_{10} од 56,76 до 160,46 $\mu g/m^3$, при чему је уочено да је утврђени ниво одступања био врло сличан одступањима забиљеженим у другим студијама спроведеним у предшколским и школским установама и установама за бригу о дјечи у више земаља у Европи (Kalimeri et al. 2016; Branco et al. 2020; Branco et al. 2014). Просјечне концентрације за fine $PM_{2.5}$ честице су биле повећане у шест од десет посматраних васпитно-образовних установа: „Лептирић“ Топола, Градишка ($21,60 \mu g/m^3$), вртићу „Мајке Југовић“ у Добоју ($17,96 \mu g/m^3$), вртићу у Петрову, Добој ($23,66 \mu g/m^3$), вртићу „Буба-мара“, Пале ($18,09 \mu g/m^3$), вртићу „Невен“, Каракај, Зворник ($63,98 \mu g/m^3$) и вртићу „Вила“, Зворник ($29,37 \mu g/m^3$). Просјечне концентрације за грубе PM_{10} честице су биле повећане у вртићу „Невен“, Каракај, Зворник ($63,98 \mu g/m^3$) и вртићу „Вила“, Зворник ($29,37 \mu g/m^3$). Одступања у погледу повишених вриједности за $PM_{2.5}$ и PM_{10} се могу

довести у везу са лошијим провјетравањем простора, већом густином дјече (бројем дјече по квадратном метру површине радних соба) у радним собама у којима је извршено мјерење, карактеристикама подних облога и покривачима подних облога (теписима, итисонима и таписонима) који су присутне у радним собама у којима је извршено мјерење, те могућим утицајем близине великих саобраћајница, индустријских постројења и градилишта. На наведене узроке одступања квалитета ваздуха у затвореном простору указује и више аутора (Anake et al., 2020.; Guak et al., 2021.; Oliveira et al., 2016.; Zhang et al., 2021.; Harrison et al., 2012; Burrige et al., 2023; Handy, A. E. E et al., 2025) који су истраживали квалитет ваздуха у затвореном простору гдје су међу најчешћим изворима честица у окружењу препознали праšину од саобраћаја, аутомобилске издувне гасове, подове прекривене теписима, играчке, текстилне завјесе или ролетне, креде, бојице, утицај градилишта. Резултати истраживачких студија које су провели Oliveira и сар., Zhang и сар. и СЗО указују да повећане концентрације честица доприносе или су узрочни фактор за настанак неуроразвојних поремећаја, респираторних симптома у виду смањене функције плућа, рака плућа и когнитивних оштећења. Посматрајући резултате добијене током грејне сезоне, уочава се да су просјечне концентрације финих лебдећих честица $PM_{2.5}$ биле повећане у већем броју васпитно-образовних установа у односу на љетњи период. Просјечне концентрације за fine $PM_{2.5}$ честице у грејној сезони биле су изнад препоручених граничних вриједности у осам од десет посматраних установа (80%), што указује на израженију изложеност дјече истим током хладнијег дијела године. Одступања просјечних концентрација за fine $PM_{2.5}$ честице у грејној сезони кретала су се у ширем распону у односу на љетњи период, а утврђене просјечне концентрације су у више установа прелазиле вриједности дефинисане смјерницама Свјетске здравствене организације за краткорочну ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и дугорочну изложеност ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Поређењем резултата за оба временска периода уочава се да су одступања концентрација $PM_{2.5}$ честица у грејној сезони чешћа и израженија у односу на љетњи период, што се може довести у везу са смањеним интензитетом провјетравања просторија, већом заузеташћу простора и утицајем погоршаног квалитета амбијенталног ваздуха у зимском периоду на квалитет унутрашњег ваздуха.

Угљендиоксид се често користи као показатељ адекватне вентилације/провјетравања по кориснику. Према препорукама ASHRAE, концентрације CO_2 испод 800 ppm сматрају се показатељем адекватне измјене ваздуха и задовољавајућег квалитета вентилације у затвореном простору. Европски стандард EN 16798-1:2019 дефинише класе квалитета унутрашњег ваздуха, при чему концентрације до приближно 900 ppm у простору одговарају високом квалитету ваздуха (IDA 1), док концентрације до 1200 ppm указују на прихватљив, али мање оптималан ниво вентилације (IDA 2). Смјернице REHVA додатно наводе да концентрације CO_2 испод 1000 ppm представљају показатељ задовољавајуће измјене ваздуха, док више вриједности указују на недовољну вентилацију у односу на број корисника простора. Наведене вриједности потврђују да критеријум ASHRAE (<800 ppm), коришћен у овој студији, представља строжији

приступ у процјени адекватности вентилације, посебно у установама у којима бораве дјеца као осјетљива популациона група. Посматрајући резултате добијене током љетњег периода мјерења, уочавамо да су просјечне вриједности за угљен диоксид (CO_2) биле повећане у унутрашњим просторима у осам васпитно-образовних установа (80%) узрокујући лош квалитет ваздуха у: вртићу „Бамби“, Градишка (1017,23 ppm), вртићу „Лептирић“ Нова Топола, Градишка (848 ppm), вртићу „Мајка Југовића“ град Добој (1229,86 ppm), вртићу „Мајка Југовић“ Петрово, Добој (2207,05 ppm), вртићу „Бубамара“, Пале (891,32 ppm), вртићу „Вила“, Зворник (1014,40 ppm), вртићу „Невен“, Каракај, Зворник (878,83 ppm), вртић „Наша радост“ град Требиње (1070,71 ppm). Концентрације CO_2 су варирале у зависности од нивоа попуњености радних соба, врсте и квалитета вентилације и дизајна просторија. Резултати студија у Пољској (Mainka and Zajusz-Zubek, 2015.; Mainka et al. 2015) показују да концентрације CO_2 у затвореном простору током типичног радног дана у вртићу варирају односно да се мијењају на примјер током obroka или приликом уласка и изласка са часова ритмике и плеса. Наше истраживање је такође забиљежило варијације при сличним ситуацијама које су забиљежене и код аутора из Пољске. Осим тога наши резултати указују на разлике између унутрашњих простора које могу постати значајније ако бисмо неадекватно провјетравање повезали са различитим активностима дјецe, што није био циљ ове пилот студије, али би се могло разматрати у неким будућим истраживањима.

На основу резултата добијених током грејне сезоне, посматрајући утврђене просјечне концентрације угљен-диоксида (CO_2) у унутрашњим просторима десет јавних васпитно-образовних установа у Републици Српској, уочено је да су повишене вриједности CO_2 забиљежене у девет од десет установа (90%), што указује на неадекватно прозривање током хладнијег дијела године. Распон повишених концентрација CO_2 у грејној сезони кретао се од 905,99 ppm до 1686,18 ppm, при чему су највише вриједности забиљежене у објектима са већом густином дјецe по квадратном метру и ограниченим могућностима природне вентилације. Иако су у оба посматрана периода забиљежене повишене концентрације CO_2 у већини васпитно-образовних установа, током грејне сезоне оне су утврђене у већем броју установа у односу на љетњи период (9 од 10 наспрам 8 од 10), при чему се карактер ових одступања значајно разликовао у зависности од сезоне. Док су у љетњем периоду повишене вриједности CO_2 чешће биле краткотрајне и условљене дневним активностима и начином коришћења простора, у грејној сезони уочене су стабилније и дуготрајније повишене концентрације, што указује на израженији проблем адекватне вентилације у хладнијем дијелу године. Добијени резултати указују да је током грејне сезоне квалитет ваздуха у погледу концентрација CO_2 неповољнији у односу на љетњи период, те наглашавају потребу за унапређењем пракси провјетравања и примјеном ефикаснијих вентилационих рјешења у предшколским установама. Према европском стандарду EN 16798-1:2019 и смјерницама RENVА (2024), концентрације CO_2 изнад 1000 ppm указују на недовољну измјену ваздуха у односу на број корисника простора. Иако CO_2 у овим концентрацијама не представља директан ризик токсичности, он је

поуздан индикатор акумулације других загађујућих материја у затвореном простору. Стога уочене вриједности у овој студији указују на системски проблем недовољне вентилације, нарочито током грејне сезоне.

Уколико посматрамо утврђене просјечне вриједности за одабране токсичне материје, формалдеhid и укупне испрљиве материје, уочавамо да су само у једној васпитно-образовној установи у оба посматрана временска периода забиљежене повишене просјечене вриједности за формалдеhid у вртићу „Вила“, Зворник (0,48 mg/m³, љетњи период; 0,13 mg/m³ грејна сезона) и исте су биле повећане у односу на препоруке СЗО из 2010. године, док су у односу на домаће прописе биле у референтном распону. Будући да се ради о васпитно-образовној установи у којој су забиљежене и повишене вриједности за фракције грубих и финих честица и угљен диоксид неопходно је скренути пажњу и на одступање формалдехида у односу на горње граничне вриједности дефинисане препорукама СЗО. У осталим посматраним васпитно-образовним установама измјерене концентрације биле испод препоручених и прописаних граничних вриједности у оба посматрана временска периода. Нивои формалдехида у ваздуху у затвореном простору могу варирати у зависности од температуре, влажности и брзине размјене ваздуха у затвореном простору. Поред тога, неколико студија је показало да се у присуству озона нивои формалдехида повећавају, стога су и нивои спољашњег и унутрашњег озона релевантни. Нивои формалдехида у стамбеном простору могу се мијењати у зависности од годишњег доба, из дана у дан и из дана у ноћ. Нивои могу бити високи током врућег и влажног дана, а ниски током хладног и сувог дана (US EPA, 2024 – *Human Health Risk Assessment for Formaldehyde*). Додатно, Health Canada (2006) препоручује концентрацију формалдехида од 50 µg/m³ (8h) за дугорочно и 123 µg/m³ (1h) за краткорочно излагање у унутрашњем ваздуху, што потврђује њен значај у интерпретацији измјерених вриједности. Просјечне вриједности за укупне испарљиве материје биле су у референтном распону у свим посматраним васпитно-образовним установама, како током љетњег периода, тако и у периоду грејне сезоне. Такође измјерене концентрације укупних испарљивих органских материја (TVOC) биле су испод граничне вриједности од 0,3 mg/m³ препоручене REHVA смјерницама за затворени простор.

Током спровођења пилот студије у циљу бољег сагледавања резултата и ширег контекста извршено је једно мјерење амбијенталног ваздуха у двориштима васпитно – образовних установа у тренутку боравка дјецe у истом и прикупљени су подаци о квалитету амбијенталног ваздуха из овлашћене установе за праћење квалитета ваздуха на нивоу Републике Српске, Хидро-метеоролошког завода Републике Српске, на дан мјерења за сваку од установа које су учествовале у пилот студији. На основу анализираних података током љетног мјерења уочено је да су за нарушен квалитет ваздуха у погледу повишених вриједности за фракције финих и грубих честица PM_{2,5} и PM₁₀ у три од посматраних 10 установа поред већ споменутих (лошије провјетравање, подне облоге, повећана густина дјецe, лошија хигијенска пракса) могли бити одговорни и загађивачи из амбијенталног ваздуха будући да су уочене повишене просјечне

концентрације за fine и грубе честице у амбијенталном ваздуху у: ЛПВОУ „Наша радост“ Зворник, ПЈ Невен: $PM_{2,5}$: 359,29 $\mu g/m^3$, PM_{10} 739 $\mu g/m^3$; ЛПВОУ „Наша радост“ Зворник, ПЈ Вила: $PM_{2,5}$ 63,00 $\mu g/m^3$, PM_{10} 96,29 $\mu g/m^3$ и ЛПУ „Мајке Југовића“ Петрово PM_{10} 293,57 $\mu g/m^3$).

На основу резултата добијених мјерењем квалитета амбијенталног ваздуха у дворишту предшколских установа током грејне сезоне уочено је да су концентрације лебдећих честица $PM_{2,5}$ и PM_{10} биле изражено варијабилне између појединих локација. Одступања у погледу повишених концентрација $PM_{2,5}$ лебдећих честица у односу на дефинисане граничне вриједности за краткорочна и дугорочна излагања од стране СЗО забиљежена су у шест од 10 предшколских установа, а за PM_{10} у двије од 10 установа. У три од 10 посматраних установа концентрација $PM_{2,5}$ и PM_{10} лебдећих честица била је испод горњих граничних вриједности дефинисаних за краткорочна и дугорочна излагања, док су у четири установе уочене повишене концентрације само за PM_{10} лебдеће честице у односу на горње граничне вриједности дефинисане за краткорочна излагања. Даље у уочена значајна одступања у погледу повишених концентрација. Међу установама у којима су забиљежене повећане концентрације и за fine и за грубе лебдеће честице највећа одступања се биљеже у ЛПВОУ „Наша радост“ Зворник, ПЈ Невен: $PM_{2,5}$: 556,89 $\mu g/m^3$, PM_{10} 1537,14 $\mu g/m^3$ и Јавној установи за предшколско васпитање и образовање „Лепа Радић“ - Дјечији вртић Бамби Градишка: $PM_{2,5}$: 39,43 $\mu g/m^3$, PM_{10} 144,57 $\mu g/m^3$

Уочене разлике у квалитету амбијенталног ваздуха могу се повезати са просторним карактеристикама окружења појединих установа, као што су урбани или рурални карактер локације и присуство потенцијалних извора амбијенталног загађења у непосредном окружењу. Резултати указују да у оба посматрана временска раздобља имамо одступања у погледу нарушеног квалитета амбијенталног ваздуха и да је у пет од десет предшколских установа уочено да је квалитет амбијенталног ваздуха био лошији у лјетњем периоду него у грејној сезони уколико посматрамо повишене концентрације за грубе и fine честице.

Овакви увиди указују на то да ложишта као што је у уводном дијелу већ наведено и већина аутора истиче нису једини извор нарушеног квалитета ваздуха и да је он условљен како природним тако и антропогеним утицајем. Имајући у виду сложеност ових утицаја и уочене повишене концентрације лебдећих честица, важно је напоменути да Свјетска здравствена организација, поред коначних здравствено заснованих смјерница за квалитет ваздуха (Air Quality Guidelines – AQG), дефинише и прелазне нивое (Interim Targets, IT-1 до IT-4), који представљају постепене јавноздравствене циљеве намијењене земљама и срединама са повишеним нивоима загађења ваздуха. Ови нивои омогућавају корак по корак смањење изложености становништва, при чему IT-1 представља почетни, најмање строг ниво, док IT-4 представља ниво који је најближи коначној AQG вриједности, која одражава оптималан ниво заштите здравља. Уочене повишене концентрације лебдећих честица у амбијенталном и унутрашњем ваздуху у оквиру ове студије указују на потребу системског и постепеног унапређења

квалитета ваздуха, с посебним нагласком на установе у којима бораве дјеца као осјетљива популациона група, у складу са приступом који препоручује Свјетска здравствена организација.

Многе студије су показале да су дјеца, васпитно-образовни радници и сарадници и административно особље, ресуспензија исталожене прашине и спољашњи ваздух значајни извори честица у школским учионицама (Amato et al., 2014; Faria et al., 2020; Vecerra et al., 2020). Amato и сарадници су прикупили узорке PM2.5 из унутрашњег и спољашњег окружења у 39 основних школа и открили да 47% узорака у затвореном простору потиче из унутрашњих извора (укључујући љуспице коже, влакна одјеће, испарљива органска једињења и ресуспензију исталожених честица), а преосталих 53% унутрашњих извора је инфилтрирано у учионицу споља. Однос честица у затвореном и отвореном простору у школама може значајно да варира у зависности од дизајна зграде, ритма рада унутар зграде, вентилације и интензитета извора загађења на отвореном (Poupard et al., 2005; Stamp et al., 2022; Mohammadyan et al., 2017). Честице у спољашњем ваздуху који окружује школске зграде могу потицати из извора који се генеришу локално (као што су загађење од саобраћаја поред пута и прашина са путева), као и из регионалних извора попут индустријских емисија, па чак и прекограничних извора (Mohammadyan et al., 2017; Harrison et al., 2012).

Идентификована одступања у нашој пилот студији упућују да је неопходно успоставити континуирано мјерење микроклиматских параметара и параметара квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама, као и систем праћења и евалуације активности усмјерених на добру хигијенску праксу у васпитно-образовним установама те припремити и реализовати интерактивне едукативне радионице усмјерене на унапређење знања и промјену ставова и пракси у вези са хигијенском праксом у васпитно – образовним установама. Како су мала дјеца највулнерабилнија категорија неопходно је, сходно утврђеним одступањима, предузети мјере у виду провјетравања, усисавање и мокрог чишћења и пребрисавања површина с обзиром да исто може значајно смањити присуство честица и одржавати их на нижем нивоу у затвореном простору објекта уколико се активности довољно често понављају.

Такође је уочено да је неопходно покренути заговарање на нивоу локалне заједнице које се односи на унапређење амбијенталног ваздуха, као и заговарање на пољу укључења здравствене струке у доношење генералних и детаљних урбанистичких планова у локалним заједницама, будући да је уочено да у локалним заједницама у којима су васпитно-образовне установе основане у близини великих загађивача, постоји значајно одступање у погледу параметара квалитета амбијенталног ваздуха, али и у затвореном простору у васпитно-образовној установи која се налази у близини загађивача. Даље је уочено да једна од мјера побољшања нарушеног квалитета ваздуха, провјетравање, у случају чешћих одступања параметара квалитета амбијенталног ваздуха неће моћи бити примјењива због чега је указано и на значај разматрања увођења пречишћивача ваздуха у оним установама у којима се не би могао постићи у одређеним дијеловима

године задовољавајући квалитет амбијенталног ваздуха који би омогућио адекватна провјетравања.

Током спровођења наше студије препознали смо одређена ограничења, али и могућности за унапређење методологије тестиране у пилот студији. Уочено је да већина аутора у сличним истраживањима примјењује континуирана мјерења током више узастопних радних дана. Међутим, у оквиру ове пилот студије континуирано (24-часовно) мјерење није било могуће реализовати због техничких ограничења коришћених преносних мјерних уређаја. Тестирањем уређаја Trotec BQ30 утврђено је да исти не посједује софтверску подршку за преузимање и обраду података, нити омогућава поуздано и слједиво континуирано биљежење измјерених вриједности у заданим временским интервалима. При покушајима ручног читавања и програмирања различитих временских интервала забиљежена су одступања у броју и распореду записа, што онемогућава добијање потпуних и временски усклађених података. Наведена техничка ограничења уређаја препозната су као ограничење студије у погледу могућности дуготрајног континуираног мјерења. Будући да се ради о студији пресека, ограничење студије препознато је и у немогућности утврђивања узрочно-последичне везе између нарушеног квалитета ваздуха и здравља/болести/здравственог стања популације. Истовремено је уочена и предност овог метода у спровођењу пилот студије, будући да се иста студија и инструменти могу користити за брзу оцјену и предлагање проспективне студије у којој би се пратиле узрочно-последичне везе, будући да је ова пилот студија утврдила потребу за редовним мониторингом. У овој студији одступања у просјечним вриједностима за честице посматрана су из угла ограничења примјене преносних уређаја које је дало више аутора, а истовремено смо потврдили став стручњака у документу Свјетске здравствене организације који прави осврт на примјену различитих метода за процјену изложености популације нарушеном квалитету ваздуха. На основу представљених података о карактеристикама наведених уређаја може се донијети закључак да исти могу бити намијењени за процјену параметара квалитета ваздуха; подршку активностима информисања, образовања и подизања свијести јавности о значају праћења параметара квалитета ваздуха; и пружање података за покретање заговарања и локално оснаживање за покретање активности унапређења квалитета ваздуха у затвореном простору и спољашњој средини. Истовремено се могу успјешно користити у спровођењу студија процјене квалитета ваздуха будући да је то пуно једноставнији и јефтинији метод, нарочито за земље које имају ограничене ресурсе, уколико се врши њихово редовно баждарење и времена на вријеме поређење са референтним уређајима (World Meteorological Association 2020; . Schiffman 2017).

Резултати ове пилот студије добијају додатни значај у контексту новог европског регулаторног оквира (Directive EU 2024/2881), који поставља строжије циљне вриједности до 2030. године, те здравствено заснованих препорука Свјетске здравствене организације. Иако поједине измјерене концентрације формално

задовољавају важеће регулаторне лимите, оне и даље премашују здравствено оптималне нивое, што је посебно релевантно за осјетљиву дјечију популацију.

Добијени резултати представљају основу за даље планирање мјера и активности у овој области, укључујући и израду смјерница за поступање у условима нарушеног квалитета амбијенталног ваздуха, које су дате у прилогу извјештаја (Прилог 7).

7. Закључци и препоруке

7.1. 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 дјецe 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 дјецe предшколског узраста.

Ова студија додатно истиче потребу за континуираним лонгитудиналним мерењима 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.

7.2. Препоруке за унапређење микроклиматских услова и валитета ваздуха унутрашњих простора засноване на смјерницама међународних тијела

Рјешавање проблема квалитета ваздуха у затвореном простору у предшколским установама кроз идентификацију и искорјешивање 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 установа, 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:

- Спроводити 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 (Yip et al. 2017; Bukina 2018; Namvar et al. 2020; Langer et al. 2020; Agarwal et al. 2021; Wolkoff 2018; Kedare et al. 2020).
- Ограничити улазак спољашњег ваздуха нарушеног квалитета у унутрашњи простор у периодима повишених концентрација загађујућих материја, уз прилагођено и контролисано провјетравање. (Yip et al. 2017; Bukina 2018; Namvar et al. 2020; Langer et al. 2020; Agarwal et al. 2021; Wolkoff 2018; Kedare et al. 2020).
- 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 (Canha et al. 2016; Chen et al. 2020; Lucattini et al. 2018).
- Размотрити употребу уређаја за пречишћавање ваздуха у унутрашњем простору који у свом саставу имају високоефикасни HEPA филтер (најмање класе H13), 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 (Agarwal et al. 2021; Wolkoff 2018; Kedare et al. 2020; Chen et al. 2020; Lucattini et al. 2018. Nicholl 2019; Yoda et al. 2020).
- Смањити боравак дјече и интензитет физичких активности на отвореном простору у данима са повишеним концентрацијама лебдећих честица $PM_{2,5}$ и PM_{10} .
- 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 (Rosário Filho et al. 2021; Zainudin et al. 2019).
- Користити материјале са ниском емисијом умјесто опште прихваћених материјала за завршну обраду у грађевинарству за унутрашње просторе (Arag and Jung 2021).
- Успоставити континуирану едукацију васпитно-образовних радника и сарадника у предшколским установама о управљању квалитетом ваздуха у затвореном простору (Sadrizadeh et al. 2022).
- 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 (Anake et al., 2018; Brillì et al., 2018)

7.3. Препоруке засноване на резултатима пилот студије

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

- Успоставити континуиран годишњи мониторинг микроклиматских услова и параметара квалитета ваздуха у предшколским установама.
- Развити и имплементирати стандардизоване протоколе провјетравања, прилагођене броју дјече, 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 дјете.
- 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 дјете, у складу са националним прописима, европским регулаторним оквиром и смјерницама Свјетске здравствене организације.

Литература

1. Compendium of WHO and other UN guidance in health and environment, 2024 update. Geneva: World Health Organization; 2024. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
2. Air pollution. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1, accessed 08 December 2025))
3. GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. 2024. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet* 403:2133–2161; DOI: 10.1016/S01406736(24)00757-8. Epub 2024 Apr 17.
4. GBD 2021 Causes of Death Collaborators. 2024. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet* 403:2100–2132; DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00367-2. Epub 2024 Apr 3. Erratum in: *Lancet*. 2024 May 18;403(10440):1988.
5. GBD 2021 Risk Factors Collaborators. 2024. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet* 403:2162–2203; DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4.
6. Anenberg SC, Moheg A, Goldberg DL, Kerr GH, Brauer M, Burkart K, et al. 2022. Long-term trends in urban NO₂ concentrations and associated paediatric asthma incidence: Estimates from global datasets. *Lancet Planet Health* 6:e49–e58; DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00255-2.
7. Boogaard H, Walker K, Cohen A. 2019. Air pollution: The emergence of a major global health risk factor. *Int Health* 11:417–421. Available: <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihz078>.
8. Brauer M, Davaakhuu N, Escamilla Nuñez MC, Hadley M, Kass D, Miller M, et al. 2021. Clean air, smart cities, healthy hearts: Action on air pollution for cardiovascular health. *Glob Heart* 16:61; DOI:10.5334/gh.1073; PMID: 34692385; PMCID: PMC8428302.
9. Brumberg HL, Karr CJ; Council On Environmental Health. 2021. Ambient air pollution: Health hazards to children. *Pediatrics* 147:e2021051484; DOI: 10.1542/peds.2021-051484.
10. World Health Organization . WHO Ambient Air Quality Database (Update 2023). Update 2023 – Released on 15 May 2023 – 6th edition (V6.0). Available: [https://www.who.int/publications/m/item/who-ambient-air-quality-database-\(update-2023\)](https://www.who.int/publications/m/item/who-ambient-air-quality-database-(update-2023)) [accessed 1 Feb 2024].
11. Overview of methods to assess population exposure to ambient air pollution . Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
12. WHO. What to do when there is an air pollution alert? FACT SHEET 3, Available: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/searo/wsh-och-searo/what-to-do-when-there-is-an-air-pollution-alert-2019-pdf.pdf?sfvrsn=de2f711a_2

13. McDuffie E, Martin R, Yin H, Brauer M. 2021. Global Burden of Disease from Major Air Pollution Sources (GBD MAPS): A Global Approach. Research Report 210. Boston, MA: Health Effects Institute.
14. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
15. 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 15(4):12-18, 2019. Preuzeto sa: <https://www.researchgate.net/publication/338384399>
16. Dovjak M, Kuček A. Creating Healthy and Sustainable Buildings: An Assessment of Health Risk Factors [Internet]. Cham (CH): Springer; 2019. ISBN-13: 978-3-030-19411-6 ISBN-10: 978-3-030-19412-3
17. Clean air and energy access for healthier populations and universal health coverage. WHO Strategic Approach for Air Quality, Energy Access and Health. Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.who.int/publications/m/item/clean-air-and-energy-access-for-healthier-populations-and-universal-health-coverage>
18. WHO global strategy on health, environment and climate change: the transformation needed to improve lives and well-being sustainably through healthy environments. Geneva: World Health Organization; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
19. Anake WU, Nnamani EA. Indoor air quality in day-care centres: a global review. Air Qual Atmos Health (2023). <https://doi.org/10.1007/s11869-023-01320-5>
20. Anake WU, Benson NU, Theophilus TI, Emenike PC, Ana GREE, Zhang S (2020) Chemical speciation and health risks of airborne heavy metals around an industrial community in Nigeria. Hum Ecol Risk Assess 26(1):242–254. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1504672>
21. Guak S, Kim K, Yang W, Won S, Lee H, Lee K (2021) Prediction models using outdoor environmental data for real-time PM₁₀ concentrations in daycare centers, kindergartens, and elementary schools. Build Environ 187:107371. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107371>
22. Oliveira M, Slezakova K, Delerue-Matos C, Pereira MC, Morais S (2016) Assessment of air quality in preschool environments (3-5 years old children) with emphasis on elemental composition of PM₁₀ and PM_{2.5}. Environ Pollut 214:430–439. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.046>
23. Zhang S, Mumovic D, Stamp S, Curran K, Cooper E (2021) What do we know about indoor air quality of nurseries? A review of the literature. Build Serv Eng Res Technol 1–30. <https://doi.org/10.1177/01436244211009829>
24. Literature review on chemical pollutants in indoor air in public settings for children and overview of their health effects with a focus on schools, kindergartens and day-care centres: supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/341467>
25. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: WHO; 2017 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/254677>, accessed 12 March 2021).

26. Air quality [website]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021 (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality>, accessed 12 March 2021).
27. European Commission Directorate General for Health and Consumers, Directorate General Joint Research Centre. Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe (SINPHONIE). Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014 (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1243a1b-317b-422f-b6cf-645b693b3cdf/language-en>, accessed 12 March 2021). doi:10.2788/99220.
28. Annesi-Maesano I, Baiz N, Banerjee S, Rudnai P, Rive S & on behalf of the SINPHONIE Group. Indoor air quality and sources in schools and related health effects. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2013;16:8:491–550. doi:10.1080/10937404.2013.853609.
29. Oliveira M, Slezakova K, Delerue-Matos C, do Carmo Pereira M, Morais S. Indoor air quality in preschools (3- to 5-year-old children) in the northeast of Portugal during spring–summer season: pollutants and comfort parameters. *J Toxicol Environ Health A.* 2017;80(13– 15):740–55. doi:10.1080/1528 7394.2017.1286932.
30. Oliveira M, Slezakova K, Delerue-Matos C, do Carmo Pereira M, Morais S. Assessment of air quality in preschool environments (3–5-years old children) with emphasis on elemental composition of PM10 and PM2.5. *Environ Pollut.* 2016;214:430– 9. doi:10.1016/j.envpol.2016.04.046.
31. Matic B, Rakic U, Jovanovic V, Dejanovic S, Djonovic N. Key factors determining indoor air PM10 concentrations in naturally ventilated primary schools in Belgrade, Serbia. *Zdr Varst.* 2017;56(4):227–35. doi:10.1515/sjph-2017-0031
32. Mainka A, Zajusz-Zubek E. Indoor air quality in urban and rural preschools in Upper Silesia, Poland: particulate matter and carbon dioxide. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12:7697–711. doi:10.3390/ijerph120707697
33. Canha N, Mandin C, Ramalho O, Wyart G, Riberon J, Dassonville C et al. Assessment of ventilation and indoor air pollutants in nursery and elementary schools in France. *Indoor Air.* 2016;26:350–65. doi:10.1111/ina.12222
34. Zhong L, Su F-C, Batterman S. Volatile organic compounds (VOCs) in conventional and high performance school buildings in the U.S. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(1):100. doi:10.3390/ijerph14010100.
35. Harrison R. M , Laxen D. , Moorcroft S., Laxen K. Processes affecting concentrations of fine particulate matter (PM2.5) in the UK atmosphere, *Atmospheric Environment* 46 (2012) 115–124. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.10.028
36. Burridge H. C. , Bontitsopoulos S., Brown C, Carter H., Roberts K., Vouriot C., Weston D., Mon-Williams M. , Williams N., Noakes C. Variations in classroom ventilation during the COVID-19 pandemic: Insights from monitoring 36 naturally ventilated classrooms in the UK during 2021, *Journal of Building Engineering* 63 (2023) 105459. doi:10.1016/j.job.2022. 105459.
37. Handy, A. E. E., Wood, S. G. A., Roberts, K., Malley, C. S., Burridge, H. C., & The SAMHE Project Consortium. (2025). Particulate matter concentrations in UK schools: a nationwide study into the influence of ambient PM2.5 and the resulting exposure potentials. *Science of The Total Environment*, 970. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178875>.
38. U.S. Environmental Protection Agency. Formaldehyde: Indoor Air Exposure Assessment – Public Release. HERO, December 2024.

39. An update on low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition. Geneva: World Meteorological Association; 2020 (https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21508#.Y7q3ItXMKUk).
40. Schiffman R. A cheap pollution sensor will keep you off the dirtiest roads. *New Scientist*; 26 September 2017 (<https://www.newscientist.com/article/2148503-a-cheap-pollution-sensor-will-keep-you-off-the-dirtiest-roads/>, accessed 07 November 2022).
41. Stamatelopoulou A, Asimakopoulos DN, Maggos T. Effects of PM, TVOCs and comfort parameters on indoor air quality of residences with young children. *Build Environ.* 2019;150:233–244. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.12.065. [DOI] [Google Scholar]
42. Siwarom S, Puranitee P, Plitponkarnpim A, Manuyakorn W, Sinitkul R, Vallipakorn SAO. Association of indoor air quality and preschool children’s respiratory symptoms. *Asian Pacific J Allergy Immunol.* 2017;35(3):119–126. doi: 10.12932/AP0838. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
43. Rylance S, Nightingale R, Naunje A, Mbalume F, Jewell C, Balmes JR, Grigg J, Mortimer K. Lung Health and Exposure to Air Pollution in Malawian Children (CAPS): a cross-sectional study. *Thorax.* 2019;74(11):1070–1077. doi: 10.1136/thoraxjnl-2018-212945. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
44. Gola M, Settimo G, Capolongo S (2019) Indoor air quality in inpatient environments: a systematic review on factors that influence chemical pollution in inpatient wards. *J Healthc Eng.* 10.1155/2019/8358306 [DOI] [PMC free article] [PubMed]
45. Yip F, Christensen B, Sircar K, Naehar L, Bruce N, Pennise D, Lozier M, Pilishvili T, Loo J, Stanistreet D, Nyagol R, Muoki J, LDe B, Sage M, Kapil V. Assessment of traditional and improved stove use on household air pollution and personal exposures in rural Western Kenya. *Environ Int.* 2017;99:185–191. doi: 10.1016/j.envint.2016.11.015. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
46. Bukina, K (2018) Most prominent issues of indoor air quality (IAQ) problems in Finnish schools: a multiple-case study in Kuopio Region. May, 1–73
47. Namvar Z, Yunesian M, Shamsipour M, Hassanvand MS, Naddafi K, Shahhosseini E. Cross-sectional associations between ambient air pollution and respiratory signs and symptoms among young children in Tehran. *Atmos Environ.* 2020;223:117268. doi: 10.1016/j.atmosenv.2020.117268. [DOI] [Google Scholar]
48. Langer S, Ekberg L, Teli D, Cabovska B, Bekö G, Wargocki P (2020) Study of the measured and perceived indoor air quality in swedish school classrooms. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 588(3). 10.1088/1755-1315/588/3/032070
49. Agarwal N, Raj BP MCS, Saini L, Kumar A, Gopalakrishnan N, Kumar A, Balam NB, Alam T, Kapoor NR, Aggarwal V. Indoor air quality improvement in COVID-19 pandemic. *Sustain Cities Soc.* 2021;70:102942. doi: 10.1016/j.scs.2021.102942. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
50. Wolkoff P. Indoor air humidity, air quality, and health – an overview. *Int J Hyg Environ Health.* 2018;221(3):376–390. doi: 10.1016/j.ijheh.2018.01.015. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
51. Kedare VJ, Kharat SS, Tawde S. Effectiveness of constructed indoor air purifier to enhance indoor air quality. *Eur J Eng Res Sci.* 2020;5(12):61–66. doi: 10.24018/ejers.2020.5.12.2262. [DOI] [Google Scholar]
52. Canha N, Mandin C, Ramalho O, Wyart G, Ribéron J, Dassonville C, Almeida HO, SM DM. Assessment of ventilation and indoor air pollutants in nursery and

- elementary schools in France. *Indoor Air*. 2016;26(3):350–365. doi: 10.1111/ina.12222. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
53. Chen N, Shi J, Huang J, Yu W, Liu R, Gu L, Yang R, Yu Z, Liu Q, Yang Y, Cui S, Wang Z. Impact of air pollutants on pediatric admissions for mycoplasma pneumonia: a cross-sectional study in Shanghai, China. *BMC Public Health*. 2020;201:1–9. doi: 10.1186/s12889-020-8423-4. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
 54. Lucattini L, Poma G, Covaci A, de Boer J, Lamoree MH, Leonards PEG. A review of semi-volatile organic compounds (SVOCs) in the indoor environment: occurrence in consumer products, indoor air and dust. *Chemosphere*. 2018;201:466–482. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.02.161. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
 55. Rosário Filho NA, Urrutia-Pereira M, D'Amato G, Cecchi L, Ansotegui IJ, Galán C, Pomés A, Murrieta-Aguttes M, Caraballo L, Rouadi P, Chong-Neto HJ, Peden DB. Air pollution and indoor settings. *World Allergy Organ J*. 2021;14(1):100499. doi: 10.1016/j.waojou.2020.100499. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
 56. Zainudin MA, Jalaludin J, Sopian NA. Indoor air quality (IAQ) in preschools and Its association with respiratory inflammation among pre-schoolers. *Malaysian J Med Heal Sci*. 2019;15(204):12–18. [Google Scholar]
 57. Arar M, Jung C. Improving the indoor air quality in nursery buildings in United Arab Emirates. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22):12091. doi: 10.3390/ijerph182212091. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
 58. Sadrizadeh S, Yao R, Yuan F, Awbi H, Bahnfleth W, Bi Y, Cao G, Croitoru C, de Dear R, Haghghat F, Kumar P, Malayeri M, Nasiri F, Ruud M, Sadeghian P, Wargocki P, Xiong J, Yu W, Li B. Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. *J Build Eng*. 2022;57:104908. doi: 10.1016/j.jobe.2022.104908. [DOI] [Google Scholar]
 59. Rahman M. A. A. *et al 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 373 012018. DOI 10.1088/1755-1315/373/1/012018
 60. Hashim Al Sharif B., Tarek Alqutub S. Assessment of public preschool indoor air quality in preschool age children, Jeddah city, 2018”, *Asian Journal of Science and Technology*, 2019; 10, (07), 9861-9864;
 61. Hashim Al Sharif B., Tarek Alqutub S. Khafagy A., Alshareef M. *Assessment of indoor air quality in public preschool and its impact on respiratory function in Jeddah City, Saudi Arabia Int J Health Sci (Qassim)* . 2024 Sep-Oct;18(5):28–34 PMCID: PMC11393384 PMID: 39282124
 62. Anake WU, Eimanehi JE, Omonhinmin CA. Evaluation of air pollution tolerance index and anticipated performance index of selected plant species. *Indones J Chem*. 2018;19(1):239–244. doi: 10.22146/ijc35270. [DOI] [Google Scholar]
 63. Brilli F, Fares S, Ghirardo A, de Visser P, Calatayud V, Muñoz A, Annesi-Maesano I, Sebastiani F, Alivernini A, Varriale V, Menghini F. Plants for sustainable improvement of indoor air quality. *Trends Plant Sci*. 2018;23(6):507–512. doi: 10.1016/j.tplants.2018.03.004. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
 64. Nicholl P. For every child, the right to a childhood UNICEF. *Child Care Pract*. 2019;25(4):345–348. doi: 10.1080/13575279.2019.1642633. [DOI] [Google Scholar]
 65. Yoda Y, Tamura K, Adachi S, Otani N, Nakayama SF, Shima M (2020) Effects of the use of air purifier on indoor environment and respiratory system among healthy adults. *Int J Environ Res Public Health* 17, 17(10):3687. 10.3390/ijerph17103687 [DOI] [PMC free article] [PubMed]

66. Mainka A, Zajusz-Zubek E. Indoor air quality in urban and rural preschools in Upper Silesia, Poland: particulate matter and carbon dioxide. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(7):7697–7711. doi: 10.3390/ijerph120707697. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
67. Mainka A, Brągoszewska E, Kozielska B, Pastuszka JS, Zajusz-Zubek E. Indoor air quality in urban nursery schools in Gliwice, Poland: analysis of the case study. *Atmos Pollut Res*. 2015;6(6):1098–1104. doi: 10.1016/j.apr.2015.06.007. [DOI] [Google Scholar]
68. Kalimeri KK, Saraga DE, Lazaridis VD, Legkas NA, Missia DA, Tolis EI, Bartzis JG. Indoor air quality investigation of the school environment and estimated health risks: two-season measurements in primary schools in Kozani, Greece. *Atmos Pollut Res*. 2016;7:1128–1142. doi: 10.1016/j.apr.2016.07.002. [DOI] [Google Scholar]
69. Branco PTBS, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Ferraz C, Vaz LG, Sousa SIV. Impact of indoor air pollution in nursery and primary schools on childhood asthma. *Sci Total Environ*. 2020;745:140982. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140982. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
70. Branco PTBS, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Sousa SIV. Indoor air quality in urban nurseries at Porto City: particulate matter assessment. *Atmos Environ*. 2014;84:133–143. doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.11.035. [DOI] [Google Scholar]
71. Amato F., Rivas I., Viana M., Moreno T., Bouso L., Reche C., Alvarez-Pedrerol M., Alastuey A., Sunyer J., Querol X. Sources of indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in primary schools, *Science of The Total Environment* 490 (2014) 757–765. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.05.051.
72. Faria T., Martins V., Correia C., Canha N., Diapouli E., Manousakas M., Eleftheriadis K., Almeida S. M. Children's exposure and dose assessment to particulate matter in Lisbon, *Building and Environment* 171 (2020) 106666. doi:10.1016/j.buildenv.2020.106666.
73. Becerra J. A., Lizana J., Gil M., Barrios-Padura A., Blondeau P. Chacartegui R. Identification of potential indoor air pollutants in schools, *Journal of Cleaner Production* 242 (2020) 118420. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118420.
74. Poupard O., Blondeau P., Iordache V., Allard F. Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools, *Atmospheric Environment* 39 (2005) 2071–2080. doi:10.1016/j.atmosenv.2004.12.016.
75. Stamp S., Burman E., Chatzidiakou L., Cooper E., Wang Y., Mumovic D. A critical evaluation of the dynamic nature of indoor-outdoor air quality ratios, *Atmospheric Environment* 273 (2022) 118955. doi:10.1016/j.atmosenv.2022.118955.
76. Mohammadyan M., Alizadeh-Larimi A., Etemadinejad S., Latif M. T., Heibati B., Yetilmezsoy K., Abdul-Wahab S. A., Dadvand P. Particulate Air Pollution at Schools: Indoor-Outdoor Relationship and Determinants of Indoor Concentrations, *Aerosol and Air Quality Research* 17 (2017) 857–864. doi:10.4209/aaqr.2016.03.0128.
77. Huang, S., Xiong J., Cai C., Xu W., Zhang Y. 2016. Influence of humidity on the initial emittable concentration of formaldehyde and hexaldehyde in building materials: experimental observation and correlation. *Sci. Rep.* 6: 23388.
78. Sakai, K., Norbäck, D., Mi, Y., Shibata, E., Kamijima, M., Yamada, T., Takeuchi, Y. 2004. A comparison of indoor air pollutants in Japan and Sweden: formaldehyde,

- nitrogen dioxide, and chlorinated volatile organic compounds. *Environ. Res.* 94: 75–85.
79. Wolkoff P., Nielsen G. D. 2010. Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. *Environ. Int.* 36: 788–799.
 80. Kim K.H., Kabir E., Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter, *Environment international* 74 (2015) 136–143. doi:10.1016/j.envint.2014.10.005.
 81. Exley K., Dimitroulopoulou S, Gowers A., Waite T., Hansell A. Chief Medical Officer’s Annual Report 2022 Air Pollution: Chapter 1 – Air pollution and health; Air pollution and how it harms health (2022).N. Rees, Danger in the air: How air pollution can affect brain development in young children, Technical Report, United Nations Children’s Fund, 2017.
 82. Son Y.S A review on indoor and outdoor factors affecting the level of particulate matter in classrooms of elementary schools, *Journal of Building Engineering* 75 (2023) 106957. doi:10.1016/j.jobee.2023.106957.
 83. Zhang T., Wu Y., Guo Y., Yan B., Wei J., Zhang H., Meng X., Zhang C., Sun H., Huang L. Risk of illness-related school absenteeism for elementary students with exposure to PM_{2.5} and O₃, *Science of The Total Environment* 842 (2022) 156824. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.156824.
 84. Wargocki P., Porras-Salazar J., Contreras-Espinoza A S., Bahnfleth W. The relationships between classroom air quality and children’s performance in school, *Building and Environment* 173 (2020) 106749. doi:10.1016/j.buildenv.2020.106749.
 85. European Environment Agency. Environmental statement report 2024. EEA Corporate Report 02/2025. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. ISBN 978-92-9480-747-2. (<https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-statement-report-2024>)
 86. European Committee for Standardization (CEN). EN 16798-1:2019 Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 1. Brussels: CEN; 2019.
 87. REHVA. Indoor Climate and Energy Performance Guidelines / Model IEQ Regulation. Brussels: Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2024–2025. January 6, 2025.
 88. European Parliament and Council. Directive (EU) 2024/2881 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>
 89. European Environment Agency. Indoor air quality in Europe. Copenhagen: EEA; 2014. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-in-europe-2014>
 90. European Environment Agency. Air quality in Europe – 2025 report. Copenhagen: EEA; 2025. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025>
 91. U.S. Environmental Protection Agency. Tools for Schools: Indoor Air Quality guidance for schools. Washington, DC: EPA; 2019. <https://www.epa.gov/iaq-schools>
 92. Health Canada. Residential Indoor Air Quality Guideline: Formaldehyde. Ottawa: Health Canada; 2006. Available from: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/residential-indoor-air-quality-guideline-formaldehyde.html>

Прилог 1.

**УПИТНИК ЗА ИСПИТИВАЊЕ ФАКТОРА КОЈИ УТИЧУ НА КВАЛИТЕТ
ВАЗДУХА У ПРЕДШКОЛСКИМ УСТАНОВАМА**

***СВИ ПОДАЦИ У УПИТНИКУ СЕ ПРИКУПЉЈУ И ОДНОСЕ НА МЈЕРНУ
ЛОКАЦИЈУ***

Назив установе: _____

Адреса установе: _____

Назив града/општине: _____

Локација мјерења (заокружите):

1) централна

2) подручна (навести назив
локације) _____

3) друго: _____

Укупан број уписане дјеце: _____

Укупан број васпитних група: _____

Просјечан број дјеце по групи: _____

Укупан број васпитача: _____

ПОДАЦИ О ЛОКАЦИЈИ УСТАНОВЕ

1. Локација мјерног мјеста:

1. Градска средина
2. Приградска средина (____km од центра града)
3. Сеоска средина

2. Удаљеност локације од прометне саобраћајнице:

1. Мање од 100 m
2. Од 100 до 199 m
3. Од 200 до 499 m
4. Од 500 m до 1 km
5. Више од 1 km

3. Да ли је у близини установе присутно постројење које својим радом утиче на квалитет ваздуха?

1. Не

2. Да, навести детаље _____

КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗГРАДЕ/ПРОСТОРА

4. Година:

а) изградње објекта: _____

б) рестаурације/обнове објекта: _____

5. Како процијењујете услове (стање) на нивоу објекта предшколске установе:

Врло лоши	Лоши	Просјечни	Добри	Врло добри
1	2	3	4	5

6. Карактеристике вањске столарије: 1) Дрвена 2) Пластична 3)

Друго _____

КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА ЗАТВОРЕНИХ ПРОСТОРА И ВЕНТИЛАЦИЈА

Током мјерења у просторијама се врши опсервација и процјењују надгледани детаљи просторија, те се уносе цјелокупна запажања за све просторије

7. Тип просторије: 1) Просторија за боравак дјеца 2) Друго

(навести): _____

8. Локација просторије у којој се врши мјерење:

1) Приземље 2) Први спрат 3) Други спрат 4)

Друго _____

9. Карактеристике подова у просторијама у којој бораве дјеца (могуће више одговора):

а) 1) Паркет 2) Ламинат 3) Итисон/тепих 4) Синтетски материјал (линолем, винил, ПВЦ,) 5) Друго _____

б) 1) Паркет 2) Ламинат 3) Итисон/тепих 4) Синтетски материјал (линолем, винил, ПВЦ,) 5) Друго _____

в) 1) Паркет 2) Ламинат 3) Итисон/тепих 4) Синтетски материјал (линолем, винил, ПВЦ,) 5) Друго _____

10. Број врата у просторијама:

а) 1) Унутрашња врата: _____ 2) Спољашња врата: _____
б) 1) Унутрашња врата: _____ 2) Спољашња врата: _____
в) 1) Унутрашња врата: _____ 2) Спољашња врата: _____

11. Број прозора у просторијама:

а) 1) Унутрашњих : _____ 2) Спољашњих: _____
б) 1) Унутрашњих : _____ 2) Спољашњих: _____
в) 1) Унутрашњих : _____ 2) Спољашњих: _____

12. а) Волумен ваздуха у просторији (млађа група): дужина ___ х ширина ___ х висина _____

б) Волумен ваздуха у просторији (средња група): дужина ___ х ширина ___ х висина _____

в) Волумен ваздуха у просторији старија група): дужина ___ х ширина ___ х висина _____

13. Тип вентилације у просторијама:

а) 1) Природна вентилација
2) Механичка вентилација
3) Друго (навести): _____

б) 1) Природна вентилација
2) Механичка вентилација
3) Друго (навести): _____

в) 1) Природна вентилација
2) Механичка вентилација
3) Друго (навести): _____

14.

а. Ако се природно вентилира користе се прозори:

Прозори/ нискоенергетска стратегија/специјалне функције (наведите детаље)

б. Ако се природно вентилира користе се прозори:

Прозори/ нискоенергетска стратегија/специјалне функције (наведите детаље)

в. Ако се природно вентилира користе се прозори:

Прозори/ нискоенергетска стратегија/специјалне функције (наведите детаље)

15.

а. Ако се простор механички вентилира наведи тип вентилационог система:

- 1) издувни
 - 2) усисно издувни
 - 3) клима уређаји
 - 4) централни системи за вентилацију, гријање и хлађење
-

б. Ако се простор механички вентилира наведи тип вентилационог система:

- 1) издувни
 - 2) усисно издувни
 - 3) клима уређаји
 - 4) централни системи за вентилацију, гријање и хлађење
-

в. Ако се простор механички вентилира наведи тип вентилационог система:

- 1) издувни
 - 2) усисно издувни
 - 3) клима уређаји
 - 4) централни системи за вентилацију, гријање и хлађење
-

ЗАУЗЕТОСТ И АКТИВНОСТИ

16. Потенцијална максимална попуњеност:

- а. 1) Васпитачи
- 2) Дјеца
- б. 1) Васпитачи
- 2) Дјеца

- в. 1) Васпитачи
2) Дјеца

17. Наставна средства у образовању / игри у мјерној просторији (могуће више дјеловања):

- а. 1) Табла 2) Бијела табла 3) Пројектор 4) Играчке
5) Друго (навести): _____

- б. 1) Табла 2) Бијела табла 3) Пројектор 4) Играчке
5) Друго (навести): _____

- в. 1) Табла 2) Бијела табла 3) Пројектор 4) Играчке
5) Друго (навести): _____

18. Помагала за писање/забаву

- а. 1) Креда/оловке за бијелу таблу 2) Боје за цртање/фломастери 3) Друго
(наведите): _____

- б. 1) Креда/оловке за бијелу таблу 2) Боје за цртање/фломастери 3) Друго
(наведите): _____

- в. 1) Креда/оловке за бијелу таблу 2) Боје за цртање/фломастери 3) Друго
(наведите): _____

19. Било која друга VOC емисија, наведите уколико није обухваћено другим питањем. Уколико сте учили специфичност у појединим просторијама, назначите:

ПОНАШАЊЕ И НАВИКЕ

20. Колико често се провјетравају просторије у којима бораве дјеца?

а.

- 1) 1-2 пута дневно
2) 3-4 пута дневно
3) 5 и више пута дневно

б.

- 1) 1-2 пута дневно
2) 3-4 пута дневно
3) 5 и више пута дневно

в.

- 1) 1-2 пута дневно
- 2) 3-4 пута дневно
- 3) 5 и више пута дневно

19. Посматрајући један типичан радни дан, колико често се чисте просторије у којима бораве дјеца (усисавање, брисање радних површина и сл)?

а)

- 1) Једном дневно
- 2) Два пута дневно
- 3) Три пута дневно
- 4) Четири и више пута током дана
- 5) Друго _____

б)

- 1) Једном дневно
- 2) Два пута дневно
- 3) Три пута дневно
- 4) Четири и више пута током дана
- 5) Друго _____

в)

- 1) Једном дневно
- 2) Два пута дневно
- 3) Три пута дневно
- 4) Четири и више пута током дана
- 5) Друго _____

20. Према вашем мишљењу, колико је значајно/релеватно питање контроле и унапређења квалитета ваздуха на локацији у којој радите/боравите?

Уопште није релевантно	Није релеватно	Нити јесте, нити није релеватно	Релевантно је	Врло релевантно
1	2	3	4	5

Прилог 2.

Варијабле		Мјерење 1 (На почетку радног времена, 6:30-8:00)	Мјерење 2 (Након 2-3 сата, 10:00-11:30)	Мјерење 3 (Током спавања)	Мјерење 4 (На крају радног времена, 14:30-16h)	Просјечна вриједност измјереног параметра
Назив установе (централна или периферна локација)						
Просторија у којој се врши мјерење						
Просјечан број дјеце у групи (мјерној просторији) на дан мјерења						
Висина на којој се врши мјерење						
Дужина трајања мјерења у минутима и положај инструмената за праћење унутар просторије	30 минута					
Параметри мјерења:						
Микролиматски елементи комфора и удобности	Температура					
	Реалативна влажност					
Квалитета ваздуха- хемијски параметри	PM _{2,5}					
	PM ₁₀					
	CO ₂					
	Формалдехид					
	Укупне органске испарљиве материје					

Прилог 3.

Табела 1. Граничне вриједности за параметре климе и микроклиматске параметре унутар васпитно-образовних установа

Назив параметра	Национални прописи	СЗО 2010.	СЗО 2021.	ЕПА	Дужина мјерења
	Граничне вриједности	Граничне вриједности	Граничне вриједности	Граничне вриједности	
Температура ваздуха (радне собе и собе за одмор)	макс.28°				
Температура ваздуха (играонице)	макс 23°				
Температура ваздуха (ходници)	макс 23°				
Влажност ваздуха	40-60%				
PM _{2.5}			5* 15**	15µg/m ³ годишње 65 µg/m ³ 24 h	30 минута
PM ₁₀			15* 45**		30 минута
CO ₂	Америчко удружење инжењера за грејна тијела и вентилационе системе (енгл. <i>the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>) < 800 ppm приближно 1440 mg/m ³ за молекуларну масу CO ₂ =44,01				30 минута
Формалдехид		<0,1 mg/m ³ просјек за 30 минута			30 минута
Укупни испарљиви/волатилни органски спојеви				0 – 15 ppm	30 минута

*дугорочна изложеност

** краткорочна изложеност

Извор: https://i-qlair.com/2021-guide-indoor-air-quality-standards/https://www.epa.gov/iaq-schools/reference-guide-indoor-air-quality-schools#IAQRG_AppendixE

Прилог 4. Међулабораторијско поређење – упоредна мјерења мобилних мјерних уређаја (Trotec BQ30 и Trotec BQ16) са опремом акредитоване лабораторије.

Параметар: PM₁₀

Датум мјерења: 07.03.2025.

Вријеме мјерења: 10h – 12h

Табела 1. Резултати међулабораторијског поређења – упоредно мјерење концентрације PM₁₀ по локацијама (Trotec уређаји и референтни мјерни уређај акредитоване лабораторије)

Локација	Средња вриједност (µg/m ³)	Референтни уређај (µg/m ³)
Бања Лука	75.0	73.42
Добој	72.6	73.42
Источно Сарајево	72.6	73.42
Требиње	74.0	73.42
Фоча	72.6	73.42
Зворник	72.8	73.42

Закључак:

Упоредна анализа мјерења параметра PM₁₀ показује да су измјерене вриједности у складу са референтним мјерним уређајем. Одступања су мала и у оквиру прихватљивих толеранција, што указује на добру поузданост и стабилност мјерних уређаја.

Параметар: PM_{2,5}

Датум мјерења: 07.03.2025.

Вријеме мјерења: 12h – 14h

Табела 2. Резултати међулабораторијског поређења – упоредно мјерење концентрације PM_{2,5} по локацијама (Trotec уређаји и референтни мјерни уређај акредитоване лабораторије)

Локација	Средња вриједност (µg/m ³)	Референтни уређај (µg/m ³)
Бања Лука	38.0	37.78
Добој	37.2	37.78
Источно Сарајево	37.6	37.78
Требиње	37.2	37.78
Фоча	39.2	37.78
Зворник	36.4	37.78

Закључак:

Упоредна анализа мјерења параметра PM_{2,5} показује да су измјерене вриједности у складу са референтним мјерним уређајем. Одступања су мала и у оквиру прихватљивих толеранција, што указује на добру поузданост и стабилност мјерних уређаја.

Параметар: Формалдехид

Датум мјерења: 07.03.2025.

Вријеме мјерења: 11h – 13h

Табела 3. Резултати међулабораторијског поређења – упоредно мјерење концентрације формалдехида по локацијама (Trotec уређаји и референтни мјерни уређај акредитоване лабораторије)

Локација	Средња вриједност ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Референтни уређај ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Бања Лука	0.014	0.017
Добој	0.016	0.017
Источно Сарајево	0.018	0.017
Требиње	0.02	0.017
Фоча	0.018	0.017
Зворник	0.02	0.017

Закључак:

Упоредна анализа мјерења параметра формалдехид показује да су измјерене вриједности у складу са референтним мјерним уређајем. Одступања су мала и у оквиру прихватљивих толеранција, што указује на добру поузданост и стабилност мјерних уређаја.

Прилог 5.

Фотографије са терена, мјерење параметара микроклиматских услова и квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама у Републици Српској



Фотографије са едукација у предшколским установама у Републици Српској



Фотографије са Округлог стола: Квалитет ваздуха у предшколским установама у Републици Српској



За више фотографија скенирај QR код

Прилог 6.

Табеле приказане у овом прилогу преузете су из важећих ЕУ директива о квалитету амбијенталног ваздуха и дате су ради јасног приказа нормативних граничних и циљних вриједности.

Табела 1. Граничне вриједности за заштиту здравља људи које треба постићи до 11. децембра 2026. године

Раздобље рачунања просјека	Гранична вриједност
PM _{2,5}	
Календарска година	25 µg/m ³
PM ₁₀	
1 дан	50 µg/m ³ не смије се прекорачити више од 35 пута у календарској години
Календарска година	40 µg/m ³
Азот-диоксид (NO ₂)	
1 сат	200 µg/m ³ не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Календарска година	40 µg/m ³
Сумпор-диоксид (SO ₂)	
1 сат	350 µg/m ³ не смије се прекорачити више од 24 пута у календарској години
1 дан	125 µg/m ³ не смије се прекорачити више од 3 пута у календарској години
Бензен	
Календарска година	5 µg/m ³
Раздобље просјека	Гранична вриједност
Угљен-моноксид (CO)	
Највиша осмочасовна вриједност (1)	дневна средња 10 mg/m ³
Олово (Pb)	
Календарска година	0,5 µg/m ³

(1) Највиша дневна осмочасовна средња вриједност концентрације одређује се на основу испитивања осмочасовних покретних просјека, израчунатих из једночасовних података и ажурираних сваког сата. Сваки тако израчунат осмочасовни просјек приписује се дану у којем завршава, односно прво обрачунско раздобље за било који дан биће раздобље од 17 часова претходног дана до 1 часа тог дана; посљедње обрачунско раздобље за један дан биће раздобље од 16 часова до 24 часа тог дана.

Табела 2 . – Граничне вриједности за заштиту људи које треба постићи до 1. јануара 2030. године

Раздобље рачунања просјека PM _{2,5}	Гранична вриједност	
1 дан	25 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Календарска година	10 µg/m ³	
PM ₁₀		
1 дан	45 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Календарска година	20 µg/m ³	
Азот-диоксид (NO ₂)		
1 sat	200 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
1 дан	50 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Календарска година	20 µg/m ³	
Сумпор-диоксид (SO ₂)		
1 sat	350 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
1 дан	50 µg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Календарска година	20 µg/m ³	
Бензен		
Календарска година	3,4 µg/m ³	
Угљен-моноксид (CO)		
Највиша дневна осмочасовна средња вриједност (1)	10 mg/m ³	
1 дан	4 mg/m ³	не смије се прекорачити више од 18 пута у календарској години
Олово (Pb)		
Календарска година	0,5 µg/m ³	
Раздобље рачунања просјека Арсен (As)	Гранична вриједност	
Календарска година	6,0 ng/m ³	

Кадмијум (Cd)	
---------------	--

Календарска година	5,0 ng/m ³
--------------------	-----------------------

Никл (Ni)	
-----------	--

Календарска година	20 ng/m ³
--------------------	----------------------

Бензо(а)пирен	
---------------	--

Календарска година	1,0 ng/m ³
--------------------	-----------------------

(1) Највиша дневна осмочасовна средња вриједност концентрације одређује се на основу испитивања осмочасовних покретних просјека, израчунатих из једночасовних података и ажурираних сваког сата. Сваки тако израчунат осмочасовни просјек приписује се дану у којем завршава, односно прво обрачунско раздобље за било који дан обухвата период од 17 часова претходног дана до 1 часа тог дана, док последње обрачунско раздобље за један дан обухвата период од 16 часова до 24 часа тог дана.

Прилог 6. Смјернице за поступање у условима нарушеног квалитета ваздуха у васпитно-образовним установама



СМЈЕРНИЦЕ ЗА АКТИВНОСТИ У СПОЉАШЊОЈ СРЕДИНИ ТОКОМ НАРУШЕНОГ КВАЛИТЕТА АМБИЈЕНТАЛНОГ ВАЗДУХА У ПРЕДШКОЛСКИМ И ШКОЛСКИМ УСТАНОВАМА

Сљедеће препоруке ће помоћи предшколским установама и школама да одреде када и како да прилагоде активности на отвореном када је квалитет ваздуха нарушен и штетан по здравље, како бисмо дјечи помогли да остану активна, а истовремено заштитили њихово здравље.

Не постоји тачно дефинисан временски период у којем дјеца могу бити изложена нарушеном квалитету ваздуха без здравствених посљедица будући да и краткорочно и дугорочно излагање загађивачима ваздуха може изазвати разне здравствене проблеме. Како се квалитет ваздуха погоршава, повећава се потреба за већим бројем пауза, неопходно је смањивати интензитет активности и пратити симптоме. Запамтите да су дјеца са здравственим проблемима осетљивија на нарушен квалитет ваздуха.

На које симптоме треба обратити пажњу код дјеце када је квалитет ваздуха лош?

Симптоми настали усљед загађења ваздуха честицама и приземним озоном укључују пецкање очију, кашаљ, свраб у грлу и носу и кратак дах.

Симптоми астме могу укључивати:

- Кашаљ
- Звиждање у грудима

- Кратки дах
- Стезање у грудима

Не игноришите симптоме! Свако дијете са симптомима треба да направи паузу док се симптоми не повуку, а затим да се бави мање интензивном активношћу. Када је квалитет ваздуха веома лош, прекините све активности на отвореном.

Дјеца са астмом треба да слиједе своје писане упуте за астму и да користе лијекове за брзо олакшање, како је прописано. Ако се симптоми не побољшају требају потражити медицинску помоћ. Чак и дјеца која немају астму могу искусити ове симптоме у случају нарушеног квалитета ваздуха!

Смјернице за поступање у вези са активностима у спољшњој средини у случају нарушеног квалитета ваздуха за предшколске установе и школе

Индекс квалитета ваздуха (AQI)*	15 минута до један сат	Један сат до четири сата	Четири сата и више
Добар (0-50)	Дан је добар за боравак вани и не постоје ограничења!	Дан је добар за боравак вани и не постоје ограничења!	Дан је добар за боравак вани и не постоје ограничења!
Умјерен (51-100)	Нема ограничења за већину дјеце. За дјецу са здравственим проблемима, размотрите алтернативе или модификовано учешће.	Будите опрезни и пратите ученике са здравственим проблемима због могућих промјена у њиховог здравственог стања. Ограничите активности на активности ниског интензитета.	Размислите о премјештању дјеце у затворени простор предшколске/школске установе или у подручје са бољим квалитетом амбијенталног ваздуха. Ограничите се на мање интензивне активности и/или ограничите трајање активности.
Нездрав за осјетљиве	Ограничите активности на	Ограничите активности на	Ограничите активности на активности слабог

<p>групе** (101-150)</p>	<p>активности ниског интензитета. Правите паузе сваких 20 минута.</p> <p>Обезбједите унутрашњи простор за обављање физичких активности за дјецу која припадају категорији осјетљиве популације (дјеца са хроничном плућним и срчаним обољењима).</p> <p>Омогућите свој деци доступан затворени простор да буду активна, посебно малој деци.</p>	<p>активности слабог интензитета. Правите паузе сваких 20 минута.</p> <p>Активности са умјереним до тешким интензитетом вјежбања треба отказати, промијенити њихов распоред или исте премјестити у затворени простор.</p> <p>Обезбједите унутрашњи простор за обављање физичких активности за дјецу која припадају категорији осјетљиве популације (дјеца са хроничном плућним и срчаним обољењима).</p> <p>За ову категорију дјеце физичка активност укључује само лагане активности, активности ниског интензитета.</p> <p>Омогућите свој дјечи доступан затворени простор да буду активни, посебно малој деци.</p>	<p>интензитет. Правите паузе сваких 20 минута.</p> <p>Активности са умјереним до тешким интензитетом вјежбања треба отказати, промијенити њихов распоред или исте премјестити у затворени простор.</p> <p>Дјеца са хроничним плућним или срчаним обољењима треба да се уздрже од физичких активности и спортских догађаја на отвореном.</p> <p>Премјестите активности и догађаје у затворени простор или их откажите.</p> <p>Ако се догађаји не откажу, повећајте периоде одмора и планирајте замјене у спортским/такмичарским екипама како бисте сваком учеснику омогућили нижу фреквенцију дисања.</p>
--	---	---	--

<p>Нездрав (151-200)</p>	<p>Откажите или промијените распоред свих активности на отвореном.</p> <p>Дјеца не би требала да напуштају затворен простор и бораве напољу, а активности ограничити на активности ниског интензитета.</p>	<p>Откажите или промијените распоред свих активности на отвореном пратећи квалитет ваздуха и поступајући у складу са препорукама дефинисаним у односу на AQI.</p>	<p>Дјеца не би требала да напуштају затворен простор и бораве напољу, а активности треба ограничити на активности ниског интензитета.</p>
<p>Изразито нездрав (201-300)</p>	<p>Откажите или промијените распоред свих активности на отвореном.</p> <p>Дјеца не би требала да напуштају затворен простор и бораве напољу, а активности ограничити на активности ниског интензитета.</p>	<p>Физичку активност и часове физичког васпитања спроводите у затвореном простору са добрим квалитетом ваздуха и ограничите дјецу на активности ниског до умјереног интензитета.</p>	<p>Премјестите догађаје или активности у унутрашњи простор или се премјестите у подручје са добрим квалитетом ваздуха.</p> <p>Физичка активност се може спроводити у затвореном простору са добрим квалитетом ваздуха при чему дјецу треба ограничити на активности ниског интензитета.</p>
<p>Опасан (301-500)</p>	<p>Откажите или промијените распоред свих активности на отвореном.</p> <p>Дјеца не би требала да напуштају затворен простор и бораве напољу, а активности ограничити на активности ниског интензитета.</p>	<p>Физичку активност и часове физичког васпитања спроводите у затвореном простору са добрим квалитетом ваздуха и ограничите дјецу на активности ниског интензитета.</p>	<p>Премјестите/откажите спортске догађаје и физичку активност на отвореном.</p> <p>Физичка активност се може спроводити у затвореном простору са добрим квалитетом ваздуха при чему дјецу треба ограничити на активности ниског интензитета.</p>

*Индекс квалитета ваздуха (енгл. Air Quality Index, (AQI)) је водич за дневно извјештавање о квалитету ваздуха. Користи боје и бројеве да би показао колико је ваздух чист или загађен приземним озоном и честицама. Што је већа вриједност индекса квалитета ваздуха (AQI), то је већи ниво загађења ваздуха и већа је здравствена забринутост. Када се прогнозира да ће вриједности AQI достићи или прећи 101, издаје се упозорење о квалитету ваздуха како би се помогло у заштити здравља људи од ефеката изложености загађењу ваздуха.

****За потребе овог документа, осјетљиве групе укључују:**

- Дјецу (узраста од 0 до 17 година)

Дјеца могу бити осјетљивија на загађење ваздуха јер им се плућа још увијек развијају

- Особе са хроничним стањима.

Особе са хроничним стањима, као што су астма или нека друга респираторна болест, или кардиоваскуларне болести, могу бити осјетљивије на загађење ваздуха и требало би да разговарају са својим специјалистом породичне медицине код којег су регистровани у вези са контролом и управљањем својим здравственим стањем у таквим околностима. Особе са хроничним стањима требало би да обрате пажњу на редовно узимање ординираних терапија током нарушеног квалитета ваздуха.

Дјеца са астмом требало би да се придржавају свог Плана акције за астму у свим условима.

- Труднице

Током трудноће, промјене у тијелу особе могу повећати рањивост на изложеност утицајима околине. Поред тога, током критичних периода људског развоја, продужено излагање труднице диму може наштетити фетусу у развоју.

- Старије одрасле особе

Старије одрасле особе су изложене повећаном ризику од здравствених посљедица краткотрајног излагања диму због веће преваленције постојећих плућних и срчаних болести.

Примјери физичке активности

Лагане активности: Ходање, истезање, играње друштвених игара, споро плесање

Умјерене активности: Јога, гимнастика, шутирање кошаркашких лопти, скејтбординг, тренинг са теговима, тренинг на спраама у предшколском и школском дворишту, планинарење, вожња бицикла, голф

Интензивне активности: Трчање/догирање, кошарка, фудбал, пливање, навијање и возња инвалидских колица † Имајте на уму да интензитет активности може да варира у зависности од особе и њених способности.

Литература:

- https://mail.your-server.de/imp/view.php?actionID=view_attach&id=3&muid=%7B5%7DINBOX6783&view_token=6MfzicdQhIn31PDT2NNBRo&uniq=1768805831554
- Washington Children and Youth Activities Guide for Air Quality (<https://doh.wa.gov/sites/default/files/legacy/Documents/Pubs/334-332.pdf>), Washington State Department of Health. DOH 334-332 July 2023.;
- https://mail.your-server.de/imp/view.php?actionID=view_attach&id=2&muid=%7B5%7DINBOX6783&view_token=6MfzicdQhIn31PDT2NNBRo&uniq=1768811485866
- <https://document.airnow.gov/air-quality-guide-for-particle-pollution.pdf> и <https://www.airnow.gov/sites/default/files/2018-09/air-quality-and-outdoor-activity-guidance-2014.pdf>



Влада Републике Српске
Министарство просвјете и културе

СМЈЕРНИЦЕ ЗА ПОСТУПАЊЕ У ОДНОСУ НА КВАЛИТЕТ СПОЉАШЊЕГ ВАЗДУХА (PM_{2,5} и PM₁₀)

Загађење ваздуха представља присуство штетних материја у ваздуху, међу којима посебан значај имају суспендоване честице (PM_{2,5} и PM₁₀). Ове честице могу продријети дубоко у респираторни систем, а најситније честице (PM_{2,5}) могу доспјети у крвоток и изазвати системске ефекте, укључујући кардиоваскуларне и инфламаторне одговоре.

Према смјерницама World Health Organization (WHO, 2021), загађење спољашњег ваздуха представља један од водећих фактора ризика по здравље становништва на глобалном нивоу. Изложеност суспендованим честицама (PM_{2,5} и PM₁₀) повезана је са повећаним ризиком од кардиоваскуларних и респираторних обољења, укључујући астму, хроничну опструктивну болест плућа и исхемијску болест срца, као и са повећаном стопом пријевремене смртности. Посебно осјетљиве групе становништва, као што су дјеца, старије особе и лица са хроничним обољењима, изложене су већем ризику, при чему код дјеце загађење ваздуха може утицати на развој плућне функције и укупно здравље у раном животном добу.

Квалитет спољашњег ваздуха прати се путем аутоматских мјерних станица које континуирано региструју концентрације загађујућих материја. Прикупљени подаци користе се за процјену квалитета ваздуха и информисање јавности.

Класификација квалитета ваздуха у овом документу заснована је на ажурираној методологији Европског индекса квалитета ваздуха (EAQI) (González Ortiz et al., 2025).

Циљ ових смјерница је заштита здравља становништва, с посебним освртом на осјетљиве групе, нарочито у васпитно-образовним установама, кроз смањење изложености загађеном ваздуху и пружање практичних препорука за поступање.

Смјернице су намијењене васпитно-образовним установама, здравственим радницима, родитељима и широј јавности, те имају информативни карактер и заснивају се на релевантним међународним препорукама.

Табела 1. Класификација квалитета спољашњег ваздуха на основу сатних (1h) концентрација $PM_{2,5}$ и PM_{10} са припадајућим препорукама за поступање

Категорија квалитета ваздуха	Процјена ризика	Концентрација $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$)	Концентрација PM_{10} ($\mu g/m^3$)	Препоруке за поступање
Добро	Квалитет ваздуха је добар.	0-5	0-15	Боравак на отвореном без ограничења. Омогућити редовно провјетравање просторија природним путем. Подстицати физичку активност и игру на отвореном.
Задовољавајуће	Квалитет ваздуха је задовољавајући.	6-15	16-45	Боравак на отвореном је углавном безбједан. Посебну пажњу треба посветити дјечи са хроничним респираторним и кардиоваскуларним обољењима и пратити евентуалне симптоме. Препоручује се редовно провјетравање просторија, посебно након активности унутра.
Умјерено	Квалитет ваздуха је умјерен.	16-50	46-120	Размотрити смањење интензивних физичких активности на отвореном (трчање, спортске игре). Осјетљиву дјецу (астма, алергије) више усмјерити на активности у затвореном. Провјетравање вршити у периодима када је загађење

				најмање.
Лоше	Квалитет ваздуха је лош.	51-90	121-195	Избјежавати боравак и физичке активности на отвореном. Активности организовати у затвореном простору или их одложити. Препоручује се држање прозора затвореним у периодима највећег загађења и повремено коришћење пречишћивача ваздуха, уколико их посједује установа.
Врло лоше	Квалитет ваздуха је врло лош.	91-140	196-270	Препоручује се избјегавање боравка на отвореном, а све физичке активности треба одложити или значајно ограничити. Боравак у затвореном простору је пожељан, а препоручује се затварање прозора и спољашњих врата, уз омогућавање циркулације ваздуха унутар објекта. Пожељно је обавијестити родитеље о условима одвијања наставе и активностима. Корстити уређаје за пречишћавање ваздуха, уколико су доступни.
Екстремно лоше	Квалитет ваздуха је екстремно лош	>140	>270	Дјеца остају у затвореном простору. Све физичке активности одложити. Обезбиједити оптималне услове унутар објекта, вентилацију и пречишћавање ваздуха, уколико су доступни уређаји, који треба да раде

				максималним интензитетом. Информисати родитеље и поступати у складу са препорукама надлежних институција.
--	--	--	--	--

Литература

1. González Ortiz, A., Soares, J., Targa, J., Colina, M., Azcón, L., Banyuls, L., Tobollik, M., Monge, S., Finnbjornsdottir, R. (2025). EEA's revision of the European Air Quality Index bands (Eionet ETC Report – ETC HE 2024/17). European Topic Centre on Human health and the environment. DOI: 10.5281/zenodo.15781195
2. World Health Organization (2021), WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, Geneva: WHO.
3. European Environment Agency (2018), González Ortiz, A, *The European Air Quality Index: Six months' experience*, Copenhagen: EEA.
4. U.S. Environmental Protection Agency (2024), *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)*, EPA-454/B-24-002, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.