



**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА**

Прим. Мр сци. мед. др Бранислава И. Матић

**ПРЕДИКТОРИ РЕСПИРАТОРНОГ
ЗДРАВЉА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ
ШКОЛА**

Докторска дисертација

Крагујевац, 2018. година

**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА**

Бранислава И. Матић

**ПРЕДИКТОРИ РЕСПИРАТОРНОГ
ЗДРАВЉА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ
ШКОЛА**

Докторска дисертација

Крагујевац, 2018. Година

*Посебну захвалност упућујем **Ministry of the Environment, Land and Sea of Italy**, без чије подршке не би ни било међународног истраживања чији су резултати предмет ове докторске дисертације.*

Дисертацију посвећујем својој породици.

САДРЖАЈ

1.	УВОД	1
1.2.	Изложеност организма дејству полутаната из животне средине	3
1.3.	Посебна осетљивост дечјег организма на изложеност токсичним загађујућим материјама из животне средине	5
1.3.1.	Концептуални модел здравствених показатеља стања животне средине за процену изложености деце	9
1.4.	Појам загађења ваздуха	11
1.4.1.	Посебна подложност деце на штетне утицаје аерозагађења	11
1.5.	Карактеристике унутрашњег простора објеката и потенцијални утицај на здравље	13
1.5.1.	Респираторне сметње као последица утицаја активних и пасивних чинилаца школске средине и социо-економских услова у животном окружењу	13
1.6.	Појам школске средине и потенцијални ризици по здравље ученика	14
1.7.	Чиниоци који утичу на квалитет ваздуха затвореног простора школа од значаја за истраживање	17
1.8.	Утицај пасивних карактеристика учионице на активне карактеристике (концентрације полутаната)	18
1.8.1.	Утицај пасивних карактеристика учионица на квалитет ваздуха затвореног простора	18
1.9.	Разумевање узрока стварања неодговарајућег квалитета ваздуха затвореног простора у савременом зиданом окружењу	20
1.10.	Опште карактеристике загађујућих материја мерених у току истраживања у амбијенталном ваздуху и ваздуху затвореног простора учионице	22
1.10.1.	Гасови мерени у истраживању	22
1.10.2.	Честичне материје у ваздуху (<i>particulate matter</i> , РМ)	30
1.10.2.1.	Честично загађење у ваздуху затвореног простора	31
1.10.2.2.	Утицај честичног загађења ваздуха на здравље	32
1.10.3.	Утицај излагања деце дуванском диму у кућном окружењу на респираторно здравље	32
1.11.	Утицај квалитета амбијенталног ваздуха на квалитет ваздуха	34

	у унутрашњем простору	
1.12.	Елементи зоне термалног комфора и могући утицај на здравље	36
2.	ЦИЉ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	39
2.1.	Главни циљеви истраживања	39
2.2.	Хипотезе истраживања	39
3.	МЕТОДОЛОГИЈА	40
4.	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	67
4.1.	Резултати добијени анализом одговора из три стандардизована упитника	68
4.2.	Резултати мерења квантитативних показатеља	87
4.3.	Респираторни симптоми код испитиваних ученика из Упитника за родитеље/старатеље и корелација са измереним вредностима полутаната	141
4.4.	Утицај социо-економског статуса и стила живота на појаву респираторних сметњи	158
4.5.	Резултати спирографије	180
4.6.	Предикторска анализа	206
5.	ДИСКУСИЈА	222
6.	ЗАКЉУЧЦИ	262
7.	ЛИТЕРАТУРА	269
8.	ПРИЛОЗИ	291
	Прилог 1. Упитници истраживања	291
	Прилог 2. Детаљан табеларни приказ истраживања	296

1. УВОД

Загађење ваздуха затвореног простора на 10. је месту међу најзначајнијим факторима ризика, са аспекта глобалног оптерећења болестима [1]. Такође, оно се сматра могућим узроком двоструко веће смртности у односу на загађеност амбијенталног ваздуха, тачније 1,6 милиона умрлих/годину, од чега је 2/3 деце [2]. Загађеност ваздуха затвореног простора доводи се у везу са инциденцом акутних респираторних инфекција, које су међу водећим узроцима смртности деце млађе од 5 година, глобално [3].

Истраживања хумане изложености загађујућим материјама у ваздуху, које је спровела Агенција за заштиту животне средине САД (*USA Environmental Protection Agency, EPA*) указују на то да су концентрације већег броја полутаната и до 2–5 пута веће у ваздуху затвореног простора (а некад и до 100 пута), него у амбијенталном ваздуху. Овакав ниво присуства полутаната у ваздуху затвореног простора представља озбиљан разлог за бригу, с обзиром да се процењује да већина људи, укључујући и децу, проводи и до 90% свог времена управо у затвореном простору [4]. Опште је уверење да је изложеност полутантима у затвореном простору, у последњих неколико деценија, значајно порасла из више разлога, а пре свега због измењених грађевинских стандарда са циљем постизања боље енергетске ефикасности, што за последицу има снижење динамике размене ваздуха између амбијенталног ваздуха и оног у затвореном простору (*ventilation rate*). Остали чиниоци који утичу на пораст, како врсте, тако и концентрација полутаната су коришћење синтетичких грађевинских материјала (оплате, изолациони материјали) и индивидуална употреба хемијских једињења за личну и кућну хигијену [5].

С обзиром да је густина заузетости затвореног простора већа у школама него у другој врсти нерезиденцијалних објеката, да је доток свежег амбијенталног ваздуха у унутрашњи простор ограничен, а што је често погоршано и лошим грађевинским стандардима зграде, која се при томе недовољно темељно одржава, проблем загађености ваздуха у школама представља озбиљан јавноздравствени проблем [6]. Услед хронично малих финансијских средстава доступних за редовно функционисање и одржавање школских објеката, за очекивање је да је школска средина лошег

квалитета, то јест да може представљати значајни јавноздравствени ризик за популацију школске деце која их похађају [7]. Ранија истраживања указала су на следеће чиниоце од значаја за погоршање квалитета затвореног простора школске средине: недовољна вентилација у школама, нарочито зими, недовољна темељитост и учесталост чишћења унутрашњег простора школе и велики број ученика у односу на површину и запремину простора учионице, а што скоро по правилу бива праћено константном ресуспензијом честица са површине пода [6–8].

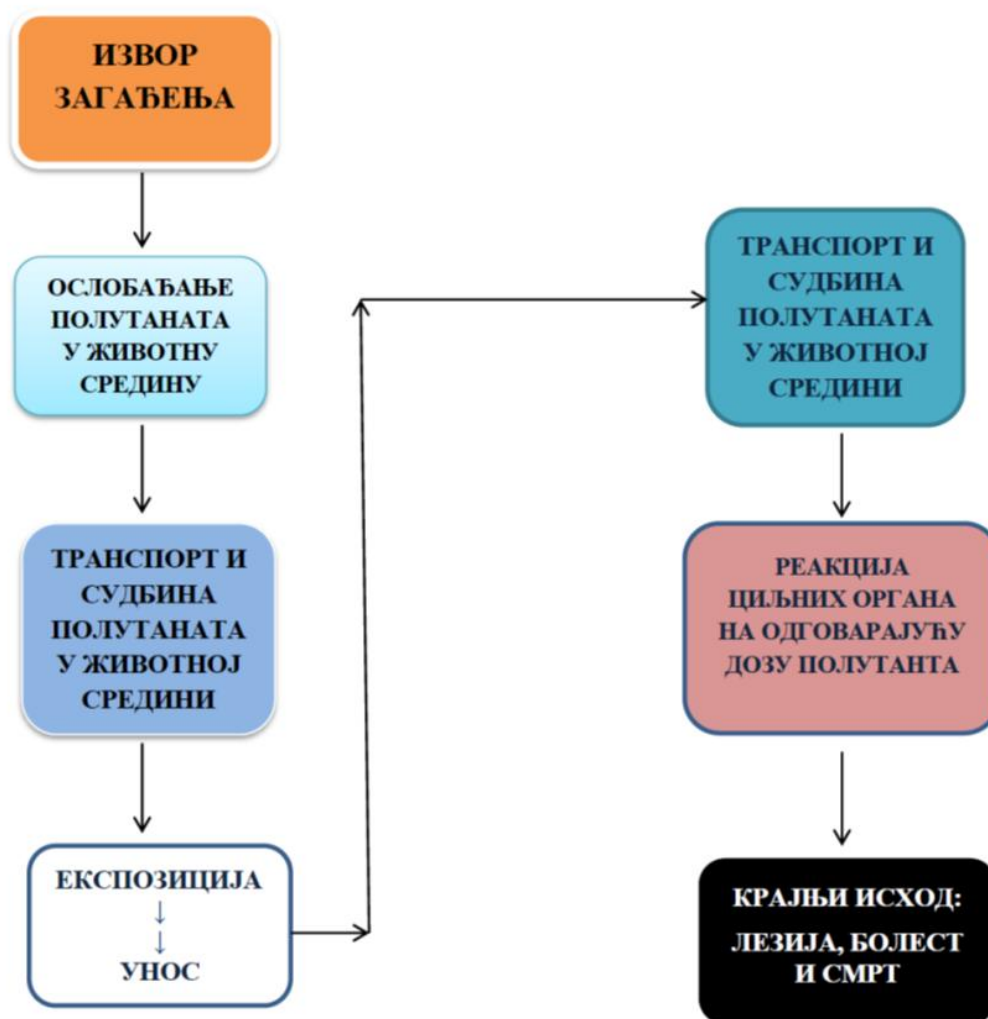
Пропусти у правовременом реаговању на погоршање IAQ могли би за последицу имати као акутно, тако и хронично погоршање здравље изложених особа [9; 10; 11; 12], утичући истовремено и на здравље наставника и деце, њихово осећање комфора, као и постигнућа у савладавању задатака у настави, или учењу [13; 14]. Такође, дуготрајно постојање несанираног лошег квалитета ваздуха затвореног простора, могло би убрзати процес детериорације саме школске зграде и опреме у њој [15].

Како деца најмање трећину свог времена проводе унутар школских зграда, што је неких 7–8 сати дневно у школи, за очекивати је да квалитет ваздуха затвореног простора (даље IAQ, *indoor air quality*) школа, игра кључну улогу у процени утицаја њихове индивидуалне изложености аерозагађењу [6; 16; 17; 18]. Лош IAQ може значајно ометати савладавање градива у току наставе, као и само похађање исте [19; 20]. У последњој деценији, публикован је одређени број студија на тему квалитета ваздуха у школама [21; 22; 23; 24; 25]. Међу најчешће узрочнике напада астме, пореклом од чинилаца животне средине, у овом случају школског окружења, спадају респираторни вируси; инсекти и друге штеточине типичне за такав простор; буђ као последица вишка влаге у згради. Међу остале узрочнике астме који се могу наћи у школском окружењу су присуство дуванског дима и гриње, које опстају у прашини. Деца са већ дијагностикованом астмом, напади погоршања основног обољења могу бити изазвани и присуством других узрочника у школској средини, попут честичног загађења ваздуха услед лоше инсталираних ложишта на чврсто гориво, хемикалија у средствима за чишћење, пестицида и различитих аеросола [26].

1.2. ИЗЛОЖЕНОСТ ОРГАНИЗМА ДЕЈСТВУ ПОЛУТАНАТА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Са циљем што бољег фокусирања на механизме којима чиниоци животне средине могу утицати на организам деце, неопходно је на почетку дефинисати термин „изложеност” загађујућим материјама, било које узрасне скупине хумане популације. Уколико особа дође у контакт са полутантом одређене концентрације, у току одређеног временског периода, то се сматра изложеношћу [27]. Ово значи да је за изложеност неопходно истовремено присуство и особе и полутанта. Људи могу бити изложени загађујућим материјама путем инхалације, ингестијом и дермалним контактом [28].

Сагледавајући ризике по здравље глобалне популације, од излагања хемијским једињењима (природним или синтетичким), СЗО је формирала Међународни програм за хемијску безбедност (*International Programme on Chemical Safety, IPCS*), уз помоћ којег ради на томе да се успостави безбедно управљање хемикалијама и да ојача националне капацитете у тој области. Према овом програму СЗО, хемијска безбедност се постиже уз предузимање свих активности које се тичу хемикалија на начин обезбеђивања што мањег утицаја тих једињења на животну средину и здравље. Светска здравствена организација се у склопу IPCS фокусирала на десет хемикалија које по њој имају највећи јавноздравствени значај, а то су: загађење ваздуха, само по себи; арсен, азбест, бензен, кадмијум, диоксин, флуор, олово, жива и опасни пестициди [29]. У складу са тим, IPCS је израдио „Концептуални модел који повезује услове у животној средини са здрављем”, применљив за случај сваке појединачне хемикалије (слика 1), а који објашњава пут опасне хемикалије од извора загађења, преко ослобађања у животну средину (где постаје „полутант”), транспорта кроз њу, уласка у организам и механизме деловања на органе и системе, са коначним исходом, то јест, болешћу или смрћу [30].



Слика 1. Концептуални модел (IPCS)

Извор: [30]

Суштина овог модела огледа се у следећем: да би се полутанти ослободили у животну средину, неопходно је да постоји извор загађења. Једном ослобођена загађујућа материја из свог извора транспортује се кроз различите медијуме животне средине, у зависности од својих физичко-хемијских карактеристика, као и специфичних афинитета тих истих фракција животне средине да одреагују са њом. Организам човека се у свом животном окружењу излаже деловању тако ослобођене загађујуће материје, након чега се иста уноси у организам, при чему пут уноса може бити различит, тј. путем инхалације, ингестије (*per os*) или перкутано.

1.3. ПОСЕБНА ОСЕТЉИВОСТ ДЕЧЈЕГ ОРГАНИЗМА НА ИЗЛОЖЕНОСТ ТОКСИЧНИМ ЗАГАЂУЈУЋИМ МАТЕРИЈАМА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

У последњих сто година дошло је до снажног заокрета у моделу оболевања деце у индустријски развијеним земљама. Инциденца класичних заразних болести је значајно смањена, услед чињенице да је такве болести данас могуће много успешније контролисати. Такође, очекивана дужина живота на рођењу је повећана за више од 20 година. Клиничка тешка хронична обољења, од којих данас болују деца, која, са једне стране, доводе до тешких онеспособљења деце, а с друге могу довести до акутизација таквог степена да представљају претњу по живот, данас се сврставају у термин „нови педијатријски морбидитет” [31; 32].

Истовремено са примећивањем поменутог тренда у моделу оболевања, са превагом хроничних обољења над инфективним, све више је истраживања заснованих на доказима да управо нека токсична хемијска једињења могу значајно допринети настанку или чак узроковати таква обољења, уколико су им деца дуготрајно изложена. Деца су екстензивно изложена синтетичким хемијским једињењима у свом окружењу, којих је током последњих деценија у оптицају у индустријски развијеним земљама чак 85.000, од којих се 2800 масовно производи, а што значи више од 500.000 кг годишње. Мање од 45% ових агенаса је прошло базична истраживања на токсиколошки учинак, док је код мање од 10% истраживан њихов токсиколошки ефекат на организам у развоју [31; 33; 34].

Од 102 категорије обољења, груписаних од стране СЗО у болести и трауматизам [35], ризици пореклом из животне средине доприносе оптерећењу болестима у 85 категорија. Процењено је да, на глобалном плану, 24% оптерећења болестима (изгубљене године здравог живота, *healthy life years lost*) и 23% превременог морталитета узрок има у чиниоцима животне средине. У складу са горе наведеним вулнерабилностима дечјег узраста, код деце узраста 0–14 година, ова пропорција смртности износила је чак 36% [36]. Такође, у свом нешто ранијем истраживању, СЗО је заједно са другим агенцијама Уједињених нација дефинисала јасне пропорције оптерећености болестима за шест кључних категорија болести које се могу довести у

везу са излагањем загађеној животној средини, а да је њихов укупан збир од 33% приближан проценту добијеном у већ поменутом истраживању из 2006. [35].

Табела 1. Оптерећеност болестима за шест кључних категорија обољења која се могу повезати са загађеном животном средином

Болести	Удео у глобалној оптерећености болестима (%)
Дијареална обољења	90
Маларија	90
Акутне респираторне инфекције	60
Хронична респираторна обољења	50
Задесни трауматизам	30
Карцином	25
Укупно оптерећење болестима узрокованим утицајем животне средине	33

Извор: [37]

У смислу реченог, превенцијом изложености деце хазардима из животне средине може се умањити повређивање, као и појава акутних обољења, попут акутне респираторне инфекције и дијареје, али и болести са дужим латентним периодом, попут канцера.

Како је дечији организам, уопште узев, осетљивији и подложнији када је у питању изложеност токсичним хемикалијама, њихово присуство у дететовом окружењу представља значајан разлог за бригу, јер се сматрају потенцијалним изазивачима болести код деце. У последњим деценијама се запажа пораст преваленце следећих поремећаја здравља: конгениталне малформације, астма, карцином, неуролошки и бихејвиорални поремећаји [38]. Ово би се могло објаснити чињеницом да су, у односу на своју телесну масу, деца изложена већој концентрацији хемикалија по 1 кг телесне масе [39]. Такође, дететов убрзани раст може лако бити поремећен дејством токсичних експозиција, а пред њима је већи број година у току којих могу развити обољења, као последицу те исте експозиције, по типу дуготрајне изложености ниског интензитета [30]. При томе, токсичне хемикалије се различито апсорбују, дистрибуирају, метаболишу и екскретују, у зависности од узраста [40]. Даље, све до адолесценције, моздане структуре не постижу свој потпуни развој, што дететов мозак чини много осетљивијим на дејство отровних материја, попут тешких метала, органских растварача, као и неких гасова, у односу на моздане структуре одраслих [41; 42].

Према СЗО, ризици којима се деца излажу, по својој природи, могу бити биолошки (микроорганизми), физички (траума, нефизиолошки температурни услови, зрачење) и

хемијски (токсичне материје – емисије, контакт, унос). Експозиција истима одвија се преко различитих фракција животног окружења (вода, ваздух, земљиште), на следећи начин: коришћењем хигијенски небезбедне воде за пиће и рекреацију, удисањем загађеног амбијенталног и ваздуха затвореног простора, и коришћењем предмета опште употребе (играчке), из којих се ослобађају тешки метали и перзистентни органски полутанти. Што се простора у којем се одвија експозиција опасним материјама тиче, то могу бити кућна средина, школа, превоз и простор за рекреацију [43; 44].

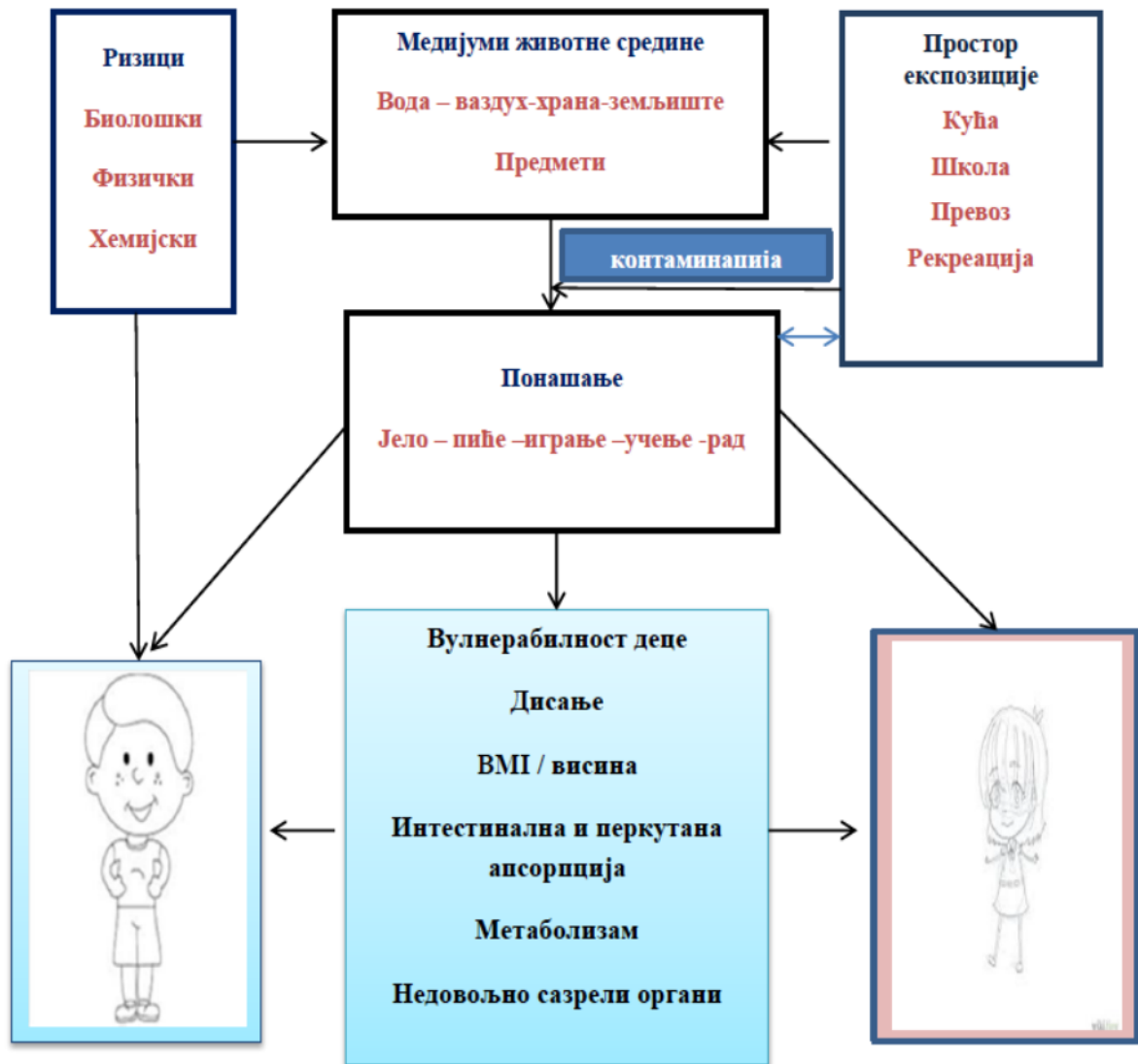
Даље, на интензитет изложености полутантима, значајни утицај може имати и дететов модел понашања, што представља друштвени аспект изложености. Наиме, дете предшколског и школског узраста још увек живи по друштвеним моделима наметнутим од стране старатеља, а што се пре свега односи на врсту хране, место конзумирања исте и учесталост њеног уноса, као и на адресу школе коју похађа и место где проводи своје слободно време. Чињеница да дете јесте било изложено одређеним факторима ризика из животне средине, усложњава се доказаном повећаном вулнерабилности организма детета на утицаје присутних ксенобиотика, у односу на организам одраслих [45]. Евиденција о врсти понашања детета, према узрасној групи којој припада, дата је у табели која следи.

Табела 2. Утицај понашања детета (према узрасту) на интензитет експозиције организма полутантима

Узрасна група (године)	Понашање
0–3	0–3 месеци: углавном проводе време у лежећем положају / пасивно ношени. >3 месеца: приношење устима руку и предмета, респираторна зона близу пода, формирање персоналних облака прашине са све живљим покретима 1–3 године: шири варијабилитет окружења у зони дисања, све интензивнија динамика физичке активности.
3–6	Умерено спровођење навике сисања руку и предмета, континуирано повећање бављења у спољашњем простору, интензивнија физичка активност.
6–12	Смањен орални контакт са рукама и предметима, као и дермални контакт са површинама. Проводи више времена у школи; спортске активности.
12–16	Могућ директни контакт са дуваном (активно пушење, пасивно у току забавних активности). Све више времена се проводи ван куће. Могућа професионална изложености ноксама (рад уз школу, омладинске задруге).
16–18	Самостално активно учешће у саобраћају, проширене могућности за запослење.

Извор: [46]

Слика 2 повезује набројане чиниоце осетљивости на ризике из животне средине дечије популације на поједностављени начин.



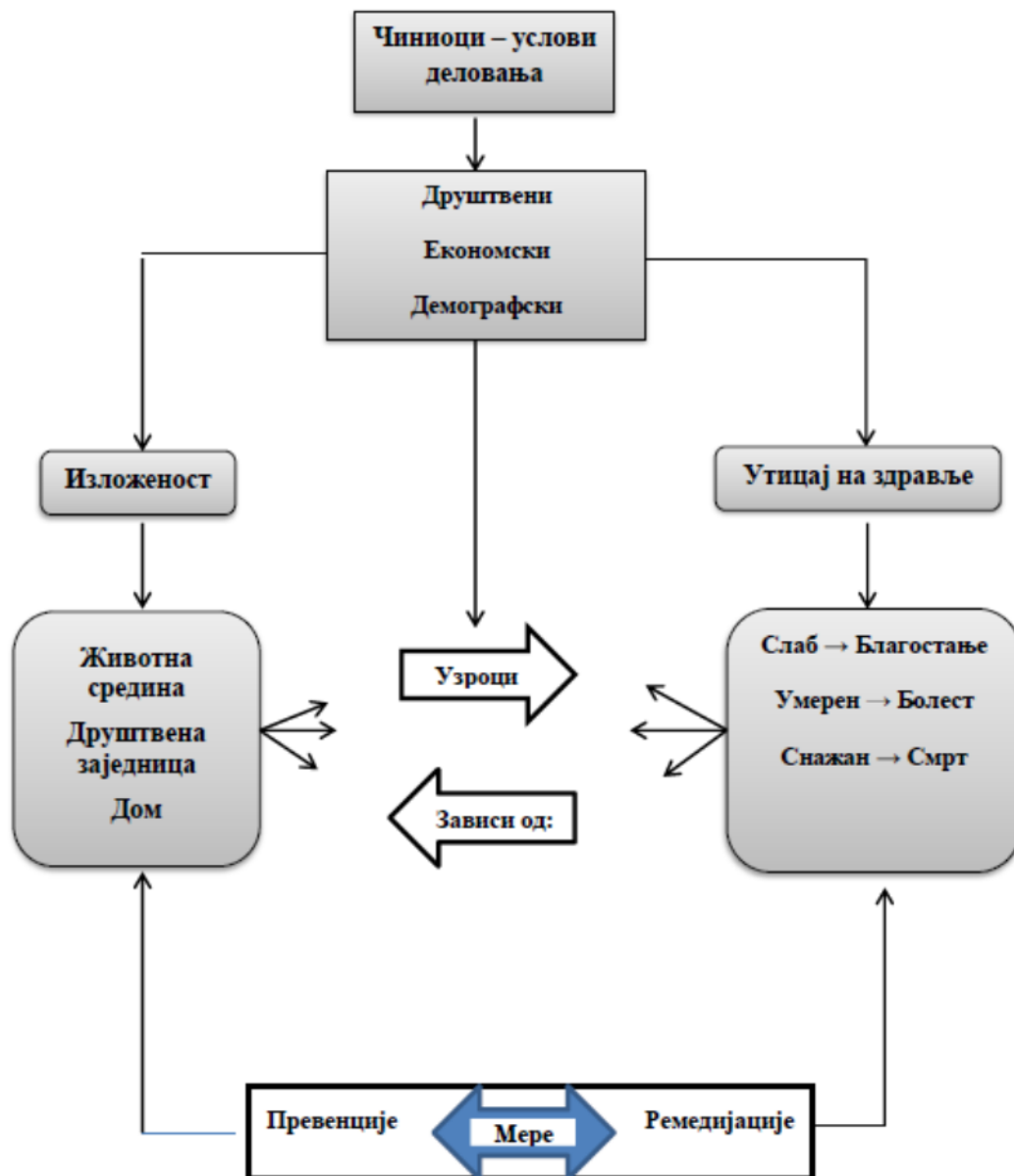
Слика 2. Сложеност утицаја комбинованих ризика из животне средине на здравље деце

Извор: [43]

1.3.1. Концептуални модел здравствених показатеља стања животне средине за процену изложености деце

Један од ефикаснијих начина за прикупљање информација (података) о стању животне средине и о потенцијалном ефекту њених чинилаца на здравље је коришћење индикатора. Поред већ приказаног концептуалног модела за изложеност опште популације, Светска здравствена организација је дефинисала оквир за праћење и евиденцију здравствено-еколошких индикатора, од значаја за дечији узраст. У том смислу, МЕМЕ Model (*Multiple Exposure Multiple Effects Model*, Модел вишеструких изложености и вишеструких ефеката) пружа концептуалну и теоретску основу за развој, колекцију и коришћење здравствено-еколошких индикатора (*environmental health indicators*) [47]. Овим моделом се наглашава комплексна веза успостављена између експозиције чиниоцима окружења и здравственим последицама код изложене деце. Индивидуална изложеност може за последицу имати различите здравствене исходе, тако да су специфични исходи најчешће последица вишеструког истовременог излагања различитим агенсима из животне средине. Такође, интензитет и врста изложености, учинак изложености на здравље, као и њихове међусобне интеракције, под истовременим су утицајем друштвених, економских и демографских чинилаца дететовог окружења [48]. Овај начин повезивања чинилаца окружења и здравља детета приказани су на слици бр. 3 (МЕМЕ model) и могу се објаснити на следећи начин: у склопу свог матичног окружења у којем се дете развија под утицајем друштвених, демографских и економских услова, оно бива изложено факторима ризика пореклом из животне средине у свом дому, школи, простору за игру, а што се може повезати и са социо-економским статусом, навикама родитеља (пушење, нпр.), као и адресом школе коју похађа [47].

Управо је и намера ове тезе да анализира и потом потврди постојање повезаности свих поменутих чинилаца окружења и поремећаја респираторног здравља код посматране деце.



Слика 3. MEME модел

Извор: [47]

1.4. ПОЈАМ ЗАГАЂЕЊА ВАЗДУХА

Ваздух који удишемо представља мешавину гасова, малих чврстих честица и диспергованих капљица. Човек просечно удахне 22.000 пута на дан, уносећи, при том, око 24 кг ваздуха, како би се задовољила потреба организма за кисеоником. Загађење ваздуха настаје из три врсте извора антропогеног порекла, и то: стационарних (индустријски објекти, котларнице), мобилних (моторна возила) и оних који емитују загађујуће материје у самом затвореном простору. До загађења ваздуха долази када ваздух у себи садржи супстанце у количини која може деловати штетно на осећај комфора или здравље људи/животиња, или да је исто способно да начини штету биљном свету и материјалима. Ове супстанце називамо полутантима, који по својој природи могу бити честице чврсте материје, капљице, гасови [49].

Иако се ова дисертација бави истраживањем шире групе показатеља стања целокупне школске средине и њиховим утицајем на респираторно здравље деце, квалитет ваздуха, пре свега у затвореном простору учионица (IAQ), представља доминантно поље за проучавање таквих корелација. Поред стриктног истраживања IAQ у учионици, у односу на већ постојеће пасивне карактеристике учионица, ово истраживање прати могући утицај квалитета амбијенталног ваздуха на концентрације загађујућих материја у унутрашњем простору.

1.4.1. Посебна подложност деце на штетне утицаје аерозагађења

У поређењу са организмом одраслих особа, деца су осетљивија на штетне утицаје загађења ваздуха. Осамдесет посто алвеола се формира у постнаталном периоду, тако што се промене у плућном ткиву у континуитету одвијају и током адолесценције [50]. У току раног постнеонаталног периода плућа су веома подложна оштећењима изазваним експозицији токсичних материја присутним у животном окружењу [51; 52]. Деца су интензивније изложена многим продуктима аерозагађења у поређењу са одраслима, с обзиром на убрзану вентилацију и већи интензитет физичке активности [53]. Такође, како деца, у поређењу са одраслима, проводе више времена напољу, она су изложенија амбијенталном аерозагађењу од одраслих [54].

Светска здравствена организација дефинисала је чиниоце који би могли да појачају подложност дечије популације штетним утицајима аерозагађења. Листа фактора започиње од оних чији је утицај могућ још у интраутерином периоду, па се међу потенцијалне детерминанте осетљивости на аерозагађење уврштавају и континуирани процес раста и развоја плућа, недовољно зрели метаболички системи, неформирани имуни одговор домаћина, високе стопе респираторних инфекција, као и модели активности и понашања које организам чине још подложнијим утицају аерозагађења [55].

Табела 3. Категорије фактора који одређују осетљивост деце на инхалацију полутаната

Повезани са:	Детерминанте осетљивости
растом и развојем плућа	<ul style="list-style-type: none"> – осетљивост дисајних путева и алвеола у процесу ткивног развоја и раста плућа – незрелост механизма одбране домаћина
моделом понашања и навика у функцији провођења времена у току дана	<ul style="list-style-type: none"> – време проведено у затвореном простору – убрзана вентилација плућа у току игре и физичке вежбе
појавом хроничних обољења	<ul style="list-style-type: none"> – висока преваленција астме – пораст преваленција цистичне фиброзе
појавом акутних обољења	<ul style="list-style-type: none"> – високе стопе оболевања од акутних респираторних инфекција

Извор: [55]

Оно што представља додатни разлог за бригу, када је повећана подложност дечијег организма на штетне ефекте услед излагања полутантима у IA је могућност развијања поремећаја плућне функције и хроничних обољења и након истека дугог времена од излагања у школском узрасту. Оштећење плућа у фази развоја настало у узрасту детета може редуцирати достигнути максимални функционални капацитет плућа, умањујући његове функционалне резерве са уласком у одрасло доба, чиме се појачава подложност штетном дејству пушења цигарета, професионалне експозиције, као и деловању других чинилаца присутних у животној и радној средини. На пример, активно и пасивно пушење у току детињства умањује брзину развоја плућа, као и достигнути максимални функционални капацитет плућа [56].

1.5. КАРАКТЕРИСТИКЕ УНУТРАШЊЕГ ПРОСТОРА ОБЈЕКТА И ПОТЕНЦИЈАЛНИ УТИЦАЈ НА ЗДРАВЉЕ

Све до скоро, при анализи штетног утицаја загађеног ваздуха на респираторно здравље, акценат је био на квалитету амбијенталног ваздуха [57]. У складу са тим, извештавано је да искључиво амбијентални ваздух, т.ј. концентрације NO₂, PM₁₀ и озона узрокују повећање преваленце астме, њено погоршање, и то најчешће код деце [58]. Данас се зна да загађење ваздуха затвореног простора (даље IAP, *indoor air pollution*) има подједнак, ако не и већи утицај на здравље деце, у поређењу са присуством полутаната у амбијенталном ваздуху [59–64]. Ово се дешава јер је време које се проводи у затвореном простору углавном дуже од оног проведеног споља, у природи, на улици. Такође, затворени простор обилује различитим изворима загађења, укључујући истовремено детектовање полутаната доспелих од споља и оних загађујућих материја примарно насталих унутар просторија. Ово се, пре свега односи на емисију формалдехида и других VOCs чије су концентрације често више у ваздуху затвореног простора, него у амбијенталном ваздуху узоркованом испред прозора [65–67]. Елементи који доприносе повећању концентрације полутаната у затвореном простору су, на пример: намештај од иверице, синтетичке подне и зидне облоге.

Изложеност IAP је доведена у везу са различитим последицама по здравље, укључујући поремећаје респираторног здравља, као и егзацербацију дечје астме [68; 69]. Такође, према *European Union Environment and Health Action Plan*, евалуација ризика од значаја за развој астме код деце, представља један од кључних приоритета Европске комисије [70].

1.5.1. Респираторне сметње као последица утицаја активних и пасивних чинилаца школске средине и социо-економских услова у животном окружењу

Астма, заједно са осталим респираторним поремећајима праћеним свирањем у грудима (*wheezing*, визинг), једно је од најчешћих обољења код деце, то јест, најчешћи је узрок дечјег морбидитета и хронично обољење са највећом преваленцом у тој популационој групи [71; 72]. Штавише, у последњим деценијама преваленца астме је вишеструко повећана, нарочито у земљама западне Европе [72–75], што се бар једним делом може

објаснити повећањем сензибилизације на алергене отвореног и затвореног простора, могућим синергистичким ефектом пасивног пушења цигарета у детињству и аерозагађењем као последицом индустријализације [76].

Преваленца астме код деце демографски варира и током времена се мења. Утврђено је, на пример, да је у Великој Британији преваленца симптома свирања у грудима код деце од 13 и 14 година била око 14% у току 1996. године, док се 1997. године у истој добној групи повећала на 32%. У Сједињеним Америчким Државама је процењена преваленца астме у току 1997. године износила 22%, док је на Новом Зеланду исте године она била 30% [77]. Такође, тада је уочен и пораст преваленце астме код одраслих особа, који је ипак био мање изражен него онај у дечјој популацији [78].

1.6. ПОЈАМ ШКОЛСКЕ СРЕДИНЕ И ПОТЕНЦИЈАЛНИ РИЗИЦИ ПО ЗДРАВЉЕ УЧЕНИКА

Према дефиницији WHO, школску средину, у физичком смислу, чине: школске зграде са садржајем, грађевинске компоненте и инфраструктура, намештај, коришћење и присуство хемијских и биолошких агенаса, локалитет на којем је школа изграђена, као и оно што школу окружује, укључујући ваздух, воду и материјале са којима деца могу ступити у контакт, уз оближње земљиште, путеве и друге присутне ризике по њихово здравље. Имајући у виду све набројане елементе школске средине, под појмом „здраве школе” WHO подразумева „школу која у континуитету подиже сопствене капацитете у смислу адекватног и здравствено безбедног простора за учење, рад и игру” [43].

Табела 4. Компоненте здравог школског окружења

Видови заштите деце	Елементи ризика у школском окружењу
Обезбеђивање основних услова у школи	<ul style="list-style-type: none"> • смештај (грађевинске карактеристике) • осећај топлоте, загрејаности простора • вода, храна, светлост • вентилација • санитарни простор • доступност хитне медицинске неге
Заштита од биолошких ризика	<ul style="list-style-type: none"> • присуство буђи • небезбедно/недовољно водоснабдевање • небезбедна храна • векторски преносиве болести, глодари и инсекти
Заштита деце од физичких ризика	<ul style="list-style-type: none"> • саобраћај, трауматизам • насиље и криминалитет • екстремно хладни/топли микроклиматски услови • зрачење
Хемијски ризици – спречавање изложености	<ul style="list-style-type: none"> • загађење ваздуха, воде • пестициди, средства за чишћење • опасни отпад • опасни (грађевински) материјали, зидне облоге непровереног хемијског састава • присуство азбеста

Школско окружење, у физичком смислу, може снажно утицати на здравље деце, из неколико разлога.

- Окружење представља једну од примарних детерминанти здравља деце: контаминирани извор водоснабдевања може проузроковати дијареалне поремећаје, загађење ваздуха може погоршати акутне респираторне инфекције и бити окидач за нападе астме, и, такође, изложеност олову, арсену, органским растварачима и пестицидима може довести до различитих поремећаја здравља, па и до смртог исхода [79; 80; 81].
- Друго, деца могу бити подложнија на штетне утицаје хемијских, физичких и биолошких агенаса у односу на одрасле. Она се налазе у фази динамичног раста, при чему се њихов нервни, имуни, респираторни, ендокрини, репродуктивни и дигестивни системи још увек развијају. У тој фази развоја, способност њиховог организма за детоксикацију и екскрецију токсина још није достигла капацитет одраслих. У том смислу, изложеност токсичним материјама из животне средине, у детињству, може довести до иреверзибилних поремећаја битних за неометени развој органа и органских система [44].

- Деца мањег узраста имају убрзано дисање и пропорционално својој тежини, унесу више хране и воде него одрасли. Они попију 2,5 пута више воде и поједу 3–4 пута више хране, уз размену двоструко веће запремине ваздуха, него одрасли. Из овога следи да деца апсорбују више токсичних материја путем ваздуха, воде или хране, што их чини да су осетљивија на утицаје акутних и хроничних ризика из животне средине [39].
- Чињеница је да су, у односу на одрасле, деца својим нижим растом ближа тлу, на којем бивају сталожени многи контаминанти, чији физички „носач” су честице прашине [34].
- Модели детињег понашања се значајно разликују од понашања одраслих, што их излаже оним чиниоцима из животне средине којима се одрасла популација ретко излаже, попут жвакања и стављања у уста прстију и нејестивих предмета (*pica behaviour*), као и чести изостанак прања руку. Ово је битно напоменути, јер, у том периоду, деци недостаје моћ процене ризика, заснована на искуству [82].
- Деца пред собом имају дужи период живота од већине одраслих, који је сасвим довољан за развој хроничних обољења, чији окидач је била, управо рана изложеност токсичним материјама из њиховог животног окружења [83]. За многе од ових болести, укључујући карцином и неуродегенеративна обољења, сматра се да се развијају у етапама, које понекада захтевају и читаве деценије да се развију од иницијалног оштећења ткива до праве манифестације болести. У том смислу, више је вероватно да ће изложеност канцерогеним и токсичним материјама у пренаталном периоду довести до обољења, него да је до експозиције дошло у каснијем животном периоду. Након што је дете у предшколском узрасту већ постало осетљиво, с обзиром на излагање токсичним материјама у окружењу свог дома, оправдан је страх да ће његово даље излагање неповољним условима који постоје у школској средини довести до веће вероватноће да оболи од неког хроничног обољења, пре свега респираторне и неуролошке природе [34; 41].

1.7. ЧИНИОЦИ КОЈИ УТИЧУ НА КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА ЗАТВОРЕНОГ ПРОСТОРА ШКОЛА ОД ЗНАЧАЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

С обзиром да је школска средина само један вид затвореног простора у којем деца проводе већи део свог времена, неопходно је објаснити опште карактеристике заједничке за све такве објекте, као и потенцијалне ризике по здравље оних који у њима бораве.

Термин „Квалитет затвореног простора” тј. *Indoor Environmental Quality* (IEQ) представља скуп атрибута посматраних затворених простора који подразумевају термичко, акустичко и визуално окружење, као и квалитет ваздуха тог истог затвореног простора (*indoor air quality*, IAQ). Квалитет затвореног простора одређен је како физичким (мерљивим) факторима, тако и чиниоцима перцепције (осећај комфорности). Унутар изграђеног простора, IEQ може утицати на здравље и осећај благостања оних који у њему бораве, као и на њихову продуктивност [84]. Кључне компоненте које одређују квалитет затвореног простора можемо класификовати на следећи начин: квалитет ваздуха затвореног простора, термални комфор, акустички услови окружења, као и светлосни и визуални елементи простора, без занемаривања утицаја квалитета амбијенталног ваздуха, у окружењу објекта [84; 85].

Свака појединачна затворена микросредина поседује јединствену комбинацију горе наведених чинилаца, коју одређују квалитет локалног амбијенталног ваздуха, специфичне особине саме зграде, као и врста активности која се у том простору обавља [86]. Затворена микросредина је, такође, и под утицајем различитих елемената саме грађевине, који у одређеној мери могу утицати на здравље и/или елементе комфора оних који у њој проводе део свог времена [87].

Проблеми IAQ у школама могу се сматрати знатно озбиљнијим него што је то случај у другим типским зградама, пре свега, због веће заузетости простора (*occupant density*), недовољног прилива свежег ваздуха од споља, а што може бити искомпликовано лошим квалитетом градње, као и нередовним одржавањем зграде. У том смислу, услед лошег IAQ, могуће је регистровати притужбе на непријатан мирис у просторијама,

лоше услове комфора, као и повећану инциденцију алергијских, астматичних и инфективних поремећаја здравља [7].

На квалитет ваздуха затвореног простора могу утицати: извори загађења лоцирани ван посматране зграде (загађење амбијенталног ваздуха), као и извори полутаната који потичу из самог унутрашњег простора. По својој структури и саставу, загађујуће материје, емитоване у једном или оба ова простора, могу бити сачињене од честица и прашине (укључујући микробиолошке резидуе), влакана, биоаеросола, гасова и пара [87,88].

1.8. УТИЦАЈ ПАСИВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА УЧИОНИЦЕ НА АКТИВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ (КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ПОЛУТАНАТА)

Према овом истраживању, пасивне карактеристике учионице чине елементи у току истраживања затченог стања учионице (под, зид, намештај, табла, окренутост учионице дворишту/прометној улици, начин чишћења учионице). С друге стране, активне карактеристике представљају измерене концентрације загађујућих материја, тип вентилације и учесталост проветравања, број деце присутан у учионици.

1.8.1. Утицај пасивних карактеристика учионица на квалитет ваздуха затвореног простора)

Унутрашњи простор школа (*indoor school environment*) представља комплексно окружење, с обзиром да су деца изложена већем броју чинилаца, који су заједно у стању да негативно утичу на њихово здравље, попут: број и узраст деце, врста активности која се обавља у одређеним просторијама школе, грађевинске карактеристике објекта, извори загађења унутар зграде; концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху, као и тип вентилације [22; 89–94]. Школе урбаних подручја смештене су у близини прометних саобраћајница, што може узроковати значајно концентрисање полутаната пореклом од саобраћаја у ваздуху учионица и других просторија у којима бораве деца.

IAQ у школама је привукла значајну пажњу стручне јавности, у скорашње време, с обзиром да деца већину свог активног времена проводе у школи (8–10 h/дан, од чега

само 2–3 сата дневно напољу) [95]. IAQ проблем у школама може се сматрати озбиљнијим, у односу на друге типове зграда, пре свега, због веће заузетости простора (*occupancy density*), недовољног прилива свежег ваздуха из спољашње средине, а што може бити усложњено лошим квалитетом градње, као и нередовним одржавањем објекта школе. Као последица неодговарајућег IAQ школског простора могу се регистровати притужбе на непријатан мирис, лоше услове термалног комфора, као и повећана инциденција алергијских појава, астме и респираторних инфекција [31]. Грађевински материјали могу ослобађати широк спектар полутаната у ваздух учионица, попут формалдехида из намештаја од иверице и угљоводоника из зидних облога и средстава за чишћење [66].

Чак и да квалитет унутрашњег простора школе није адекватан за одржавање наставе и боравак деце, она нису у позицији да бирају други простор, са повољнијим условима. Изложеност различитим контаминантима у таквом затвореном окружењу може утицати да се код деце испоље различити поремећаји здравља, с обзиром да су деца пријемчивија на штетно дејство загађујућих материја присутних у ваздуху, него одрасли. Ово се објашњава чињеницом да, према њиховој телесној маси, деца удишу већу запремину ваздуха, као и да им витална ткива и органи пролазе кроз фазу интензивног развоја [8].

Неодговарајуће вредности показатеља IAQ, такође, могу значајно утицати и на њихову способност усвајања нових знања. У том смислу, задовољавајући квалитет унутрашњег простора школе може значајно допринети добром здравственом статусу ученика, као и њиховим бољим постигнућима. Као најзначајније загађујуће материје које се могу измерити у ваздуху затвореног простора школе, издвајају се: VOCs (испарљива органска једињења), угљен-диоксид, формалдехид, азот-диоксид, заједно са различитим биолошким контаминантима [18, 96–101]. Велики број истраживања бавио се изложеношћу ученика набројаним полутантима и потенцијалним штетним последицама по здравље изложене деце, њихов апсентизам, као и академска постигнућа [8; 15; 22; 102; 103,104].

1.9. РАЗУМЕВАЊЕ УЗРОКА СТВАРАЊА НЕОДГОВАРАЈУЋЕГ КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА ЗАТВОРЕНОГ ПРОСТОРА У САВРЕМЕНОМ ЗИДАНОМ ОКРУЖЕЊУ

У протеклих неколико деценија, изложеност људи загађујућим материјама у ваздуху затвореног простора се значајно повећала истовременим утицајем више различитих фактора, у које спадају:

- изградња зграда компактније конструкције;
- смањена VR (*ventilation rate*) као последица приоритета енергетске ефикасности зиданих простора;
- коришћење синтетичких грађевинских материјала и оплата (зидови, подови);
- коришћење средстава за личну хигијену и хигијену простора са високим садржајем агресивних хемикалија;
- повећана комплексност савремених грађевинских система;
- пропадање зграда са протоком година, неодговарајуће одржавање и дизајн зграде који не одговара примарној намени;
- континуирано пренатрпавање школског простора као последица повећаног броја уписаних ученика, или сталним додавањем нових намена за дате школске просторије; и
- смањење расположивих ресурса (финансијски и људски) неопходних за несметано функционисање и одржавање школских објеката [105–107].

Гледано у ширем контексту, IAQ је резултат сложених интеракција између карактеристика зграде (географска позиција, старост, присуство влаге), грађевинске структуре и људи који у истој бораве. У том смислу, четири групе чинилаца могу утицати на IAQ:

- извори загађујућих материја у унутрашњем простору;
- врста грејања, вентилације и кондиционирања ваздуха (HVAC = *heating, ventilation and air-conditioning*);
- путеви кретања полутаната у ваздуху;
- особе које бораве у датом простору [108].

Табела 5. Типични извори загађења у ваздуху затвореног простора

ТИПИЧНИ ИЗВОРИ ЗАГАЂЕЊА У ВАЗДУХУ ЗАТВОРЕНОГ ПРОСТОРА			
Спољни извори	Техничке компоненте простора	Грађевинске компоненте /оплате	Други извори у унутрашњем простору
<p>Загађен амбијентални ваздух:</p> <ul style="list-style-type: none"> - полен, прашина, споре - индустријске емисије - саобраћајно загађење <p>Оближњи извори:</p> <ul style="list-style-type: none"> • докови за претовар • ауто паркинг или паркинг за теретна возила • испарења из контејнера за смеће • излив санитарног отпада или емисије из димњака оближњих зграда поред вентилационих отвора <p>Подземни извори:</p> <ul style="list-style-type: none"> • радон • пестициди • цурење из подземних танкова • земни гасови 	<p>HVAC опрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> - микроорганизми који се размножавају у посудама за скупљање воде, цевима, калемовима и овлаживачима - непрописно одвођење гасова, продуката сагоревања - прашина, честична или влакнаста прљавштина пореклом од цеви или њихових облога - сепаратори постављени у водоводним цевима, шахтовима <p>Друга техничка опрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> - емисије из канцеларијске опреме (VOCs, озон) - емисије из оближњих радњи, лабораторија, процеса чишћења 	<p>Компоненте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - микроорганизми који се размножавају на материјалима задрљаним земљом, водом - сува сита за пролаз гасне емисије из канализације - материјали који садрже VOCs, неорганска једињења или оштећене азбестне компоненте - материјали који продукују честице (прашину) или влакна • тунели, подруми • зид/под задрљан влажном земљом <p>Намештај/политуре:</p> <ul style="list-style-type: none"> • емисије из новог намештаја, подних облога и текстила • микроорганизми који се размножавају на влагом оштећеном намештају 	<ul style="list-style-type: none"> - хемијске лабораторије - кабинети за ликовно - простор за копирање /штампање - простор за припрему хране и исхрану - просторије за пушење - материјали за чишћење - емисије са ђубришта - пестициди - испарења и снажан мирис од VOCs из боја и других оплата - особе са заразним обољењем које се преноси капљичним путем - инсекти и друге штеточине - средства за личну негу - грађевински материјал у учионицама - активности реновирања простора

Извор: [108]

1.10. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА МЕРЕНИХ У ТОКУ ИСТРАЖИВАЊА У АМБИЈЕНТАЛНОМ ВАЗДУХУ И ВАЗДУХУ ЗАТВОРЕНОГ ПРОСТОРА УЧИОНИЦЕ

Од гасовитих фракција ваздуха затвореног простора учионица, у истраживању су мерене концентрације азот-диоксида (NO_2), угљен-моноксида (CO), угљен-диоксида (CO_2), формалдехида (H_2CO), као и TVOC (benzene, toluol, xilol, ethyl-benzene, испарљива органска једињења = *Volatile organic compounds*). Концентрације ових полутаната мерене су на две различите тачке, унутар учионице, и испред прозора учионице у спољашњој школској средини (улица, двориште), како би се утврдила евентуална повезаност између висине концентрације у два упоредно узета узорка.

Од честичног загађења ваздуха у школској средини (у учионици и ван ње, у спољашњој средини) праћене су концентрације честица пречника мањег од 10 микрона (PM_{10}).

1.10.1. Гасови мерени у истраживању

- а) Формалдехид, HCHO
- б) АЗОТ-ДИОКСИД, NO_2
- в) УГЉЕН-МОНОКСИД, CO
- г) УГЉЕН-ДИОКСИД, CO_2
- д) VOC (Benzen, Toluene, Xylene, BeToXy)

а) ФОРМАЛДЕХИД, HCHO

Формалдехид је безбојни, запаљиви гас, јаке реактивности на собној температури, што га чини потенцијалним полутантом у ваздуху затвореног простора. Ово једињење је органске природе, а припада великој групи испарљивих органских једињења (*Volatile organic compounds*, VOCs). Формалдехид се на тржишту налази под именом Формалин, у виду воденог раствора 30–50%. У амбијенталном ваздуху, брзим процесом фото-оксидације, формалдехид прелази у угљен-диоксид. Такође, у реакцији са хидроксилним радикалима, гради формичну киселину (*formic acid*). У зависности од услова у животној средини, процењено је да полу-живот ове реакције износи један сат. С обзиром да формалдехид настаје у току неких природних процеса, али и као нуспроизвод антропогенних активности, формалдехид је свеприсутан у животној

средини. У том смислу, он се ослобађа у процесу сагоревања биомасе (шумски пожари), у току њене природне декомпозиције (разградње) или у при вулканској активности, на пример [66].

Извори и путеви експозиције

Антропогени извори могу бити стационарни, попут директне индустријске емисије, или мобилни, у случају издувних гасова моторних возила. Други процеси сагоревања фосилних горива и отпада уопште (термоелектране, спалионице) такође представљају значајан извор емисије формалдехида у атмосферу. Поред наведеног, формалдехид се, у значајној мери, производи индустријски у глобалним сразмерама, пре свега у производњи грађевинских оплата, изолата, инсектицида, фиксира и презерватива у производима широке потрошње.

IAQ формалдехид

Извори загађења формалдехидом у затвореном простору, могу бити сви процеси сагоревања, попут дима цигарете, коришћења фосилних горива за загревање простора и кување, или употреба свећа и миришљавих штапића [109–113]. С друге стране, у простору без дуванског дима, у кључне изворе формалдехида спадају грађевински материјали и предмети опште употребе који га емитују [113, 114]. Ово се односи на нове материјале и производе [115], из којих се гас емитује у трајању и до неколико месеци, нарочито када су створени погодни микроклиматски услови, попут високе релативне влажности ваздуха и високе температуре ваздуха [116]. У изворе формалдехида у затвореном простору спадају: намештај и други производи од дрвета који садрже смоле на бази формалдехида, попут иверице, шперплоче и лесонита средње густине; изолациони материјали (у раним 1980-им уреа-формалдехидна изолациона пена била је кључни извор IAQ формалдехида); текстил; боје и лакови, тапете, лепкови, адхезивне материје и лакови; средства за кућну хигијену, попут детерџената, дезинфекционих средстава, омекшивача, хемикалија за чишћење тепиха и ципела; течни сапуни, шампони, лак и очвршћивач за нокте; електронска опрема, укључујући компјутере и апарате за фотокопирање; инсектициди и други производи, попут инсектицида и производи од папира.

Један од начина индиректног (секундарног) ослобађања формалдехида одвија се у ваздуху затвореног простора у хемијској реакцији између озона и терпена [117, 118]. Након анализе свих детектованих извора формалдехида, тешко је утврдити који од њих доминира у уделу укупне концентрације овог гаса у ваздуху затвореног простора. У опсежном истраживању квалитета ваздуха затвореног простора, изведеног у периоду од 1997. до 1999. у 876 домаћинстава у Уједињеном Краљевству [119] утврђено је да је, у зависности од старости стамбене зграде, присуство ламинатних подних облога у испитиваној средини, једна од кључних детерминанти за присутне концентрације формалдехида. Clarisse et al. [120] су мерили концентрације НСНО у спаваћој соби, кухињи и дневном боравку у 61 стану у Паризу, који се не везују за било какве раније притужбе о било ком типу нелагодности. Утврдили су да НСНО концентрације у затвореном простору зависе од: старости зидних или подних облога (од календарског термина реновирања одузета је једна година), пушења и параметара животног окружења, тј. температурног комфора (концентрација CO₂ и температуре ваздуха). Користећи факторе емисије из литературе, стручњаци немачког Федералног института за процену ризика (*German Federal Institute for Risk Assessment*) пронашли су да су производи од пресованог дрвета кључни извор формалдехида у домаћинствима, и то за унос полутанта путем инхалације [121].

Концентрација формалдехида у затвореном простору грађевинских објеката може значајно варирати у зависности од:

- старости зграде, с обзиром да се ослобађање гаса у ваздух смањује са протоком времена [118];
- температуре и релативне влажности ваздуха [115];
- динамике размене ваздуха између спољашњег и унутрашњег простора [118–122];
- годишњег доба [118].

б) АЗОТ-ДИОКСИД, NO₂

Азот-диоксид је хидросолубилни, црвенкасто-браон опор, кисели гас, са корозивним и јаким оксидишућим дејством. Разликујемо читаву групу једињења азотових оксида (NO_x) с тим што је, са аспекта утицаја на хумано здравље управо најзначајнији азот-диоксид (NO₂) [66; 123; 124; 125]. Поред утицаја на здравље, значај NO₂ огледа се у следећим његовим дејствима:

- (а) апсорбује видљиви део спектра сунчевог зрачења и доприноси ослабљеној атмосферској видљивости;
- (б) као апсорбер видљивог дела сунчевог зрачења могао би имати потенцијално непосредну улогу у глобалним климатским променама, у случају довољно повишених вредности у атмосфери;
- (в) има критичку улогу у детерминисању концентрација озона (O_3) у тропосфери, пошто је фотолиза азот-диоксида једини кључни иницијатор фотохемијског механизма формирања озона, било да се ради о загађеној или незагађеној атмосфери [126].

Извори емисије

У глобалном смислу, далеко су распрострањеније емисије NO_2 из природних извора, у односу на антропогене механизме настанка. У природне изворе овог гаса спадају: продор стратосферских азотових оксида, бактеријске и вулканске активности, појава муње. У главне антропогене изворе азотових оксида у атмосферу спадају процеси сагоревања фосилних горива у стационарним изворима загађења (постројења за загревање, електро-енергетска постројења) и мобилним изворима (мотори са унутрашњим сагоревањем). У истраживањима концентрације азот-диоксида у урбаној средини, присуство овог гаса, било у амбијенталном или ваздуху затвореног простора, сматра се маркером саобраћајног аерозагађења [66; 126; 127]. У свим случајевима амбијенталне емисије, азотов оксид се у атмосфери трансформише у азот-диоксид. Оксидација азотовог оксида уз помоћ атмосферских оксиданата, попут озона, одвија се врло брзо, и при најмањим концентрацијама овог реактанта у атмосфери. У друге изворе емисије азот-диоксида у атмосферу спадају: корпоративни узгој хране (коришћење азотних ђубрива), коришћење експлозива, процес заваривања [124; 125]. У ваздуху затвореног простора, извори NO_2 су дувански дим и коришћење пећи и шпорета на гас у домаћинствима [128; 129; 130]. Разлике које постоје у емисији азот-диоксида међу земљама дешавају се услед значајних разлика у виду фосилних горива која се сагоревају са циљем генерисања топлоте и електричне енергије.

Ефекти азот-диоксида на здравље

С обзиром да се у животној средини азот-диоксид налази искључиво у гасној форми, једини релевантни пут експозиције истом је инхалаторни, било да се ради о изложености амбијентално присутном гасу или концентрацијама азот-диоксида у затвореном простору. Управо из тих разлога, кључни ефекти NO_2 на здравље изложене популације испољавају се на респираторном систему [131]. Унос NO_2 инхалацијом, код деце, повећава ризик да она оболе од респираторних инфекција, а може створити добру подлогу и за ослабљену плућну функцију у каснијем животном добу [132; 133]. Такође, NO_2 може ослабити одбрамбене механизме плућног ткива на нападе бактеријских узрочника, чинећи га подложним на инфекције, а може утицати и на усложњавање клиничке слике астме [134]. С друге стране, успостављена је корелација између излагања високим концентрацијама NO_2 и пораста дневног морталитета, и хоспитализације због развијене респираторне патологије, која је још статистички значајнија уколико се ради о истовременом излагању и повећаним концентрацијама респирабилним честицама [135].

У случају високих концентрација NO_2 измерених у кућном окружењу, препознато је да овај гас може појачати бронхијалну реакцију код пацијената са већ развијеном астмом [136]. С друге стране, при експозицији амбијенталном загађењу ваздуха азот-диоксидом, пореклом од близине прометних саобраћајница, у неким истраживањима је указано на високу стопу преваленције визинга [137; 138].

в) УГЉЕН-МОНОКСИД (CO)

Угљен-моноксид је токсични гас без боје, мириса, укуса, као и без иритантних својстава, што његово присуство чини непрепознатљивим за људе. Овај гас настаје као продукт непотпуног сагоревања угљеничних фосилних горива, попут дрва, бензина, угља, природног гаса и керозина [139; 140]. Ово га уједно чини и једним од најзаступљенијих гасова у саставу како амбијенталног ваздуха, тако и ваздуха затвореног простора [66].

Његов кључни механизам дејства у организму је снажан интензитет везивања за хемоглобин, и то са 200–220 пута јачим афинитетом, него што је то случај са

молекулом кисеоника, узрокујући акутне и хроничне интоксикације са могућим озбиљним последицама по кардиоваскуларни систем. Осим овог снажног везивања за молекулу хемоглобин, угљен-моноксид истовремено и спречава ослобађање кисеоника везаног у структури молекула хемоглобин, чиме се стање хипоксије значајно продубљује [141].

Процењено је да се годишња емисија угљен-моноксида у атмосферу, на глобалном плану, креће и до 2600 милиона тона, од чега је 60% услед антропогенних активности, а 40% настаје као производ природних процеса [142]. Извор антропогене емисије CO углавном је непотпуно сагоревање угљеничних материја. Највећи део ових емисија су издувни гасови емитовани радом мотора са унутрашњим сагоревањем, и то оних на бензински погон. У друге уобичајене изворе спадају неки индустријски процеси, рад термоелектрана на угаљ, спалионице отпада [143].

Две трећине атмосферских емисија овог гаса су пореклом од антропогенних активности, док је преостали део пореклом од природних процеса. Једна мала количина потиче из ендогених реакција у самом организму човека [143]. Континуирано излагање малим дозама угљен-моноксида могуће је у окружењу саобраћајница, с обзиром да он улази у смешу издувних гасова моторних возила насталу непотпуним сагоревањем фосилних горива, попут бензина и дизел горива. У том смислу, и паркиралишта такође могу бити извор експозиције овом гасу [144]. Једини начин уласка угљен-моноксида у организам је путем инхалације.

Извори емисије CO у затвореном простору

Угљен-моноксид у затвореном простору настаје у процесима сагоревања чврстих фосилних горива (кување, загревање простора), а могућ је и његов продор кроз отворе природне вентилације из амбијенталног ваздуха у унутрашњи простор објекта/просторије [145]. У развијеним земљама, најважнији извор експозиције угљен-моноксиду из ваздуха затвореног простора је емисија из неисправних, некоректно инсталираних, лоше одржаваних локалних места за ложење и кување, са чврстим фосилним горивима/дрвима као погоном. С друге стране, у случају неразвијених земаља сагоревање биомасе и дувански дим су најчешћи извори угљен-моноксида у

домаћинству. Запушени димњаци, огњишта на дрва, отворена декоративна огњишта (камини), као и плинске пећи, без прописаних стандарда безбедности, могу испуштати угљен-моноксид у затворени простор. Услед тога, непотпуна оксидација до које долази у току процеса сагоревања може утицати на значајно повећање концентрација угљен-моноксида у ваздуху затвореног простора. Дувански дим може бити главни извор угљен-моноксида у затвореном простору, баш као и моторна возила чији је мотор укључен у кућној гаражи затвореног типа [144].

г) УГЉЕН-ДИОКСИД (CO_2)

Угљен-диоксид (CO_2) је незапаљиви гас, без боје и мириса, којег организам ствара у процесу ћелијског дисања. У атмосферском ваздуху овај гас се ствара у процесима сагоревања фосилних горива. Његова молекуларна тежина је $44,01 \text{ g/mol}$ [146].

Угљен-диоксид се сматра потенцијалним инхалационим токсикантом, са асфиктичним дејством. Гас присутан у атмосферском ваздуху улази у организам преко плућа, а након апсорпције улази у крв, где у повећаним концентрацијама може довести до кисело-базног дисбаланса, тј. ацидозе, са депресијом функција централног нервног система, као последицом [147]. У условима нормалних физиолошких процеса увек је присутна нешто већа концентрација CO_2 у крви, у односу на концентрацију истог у плућима, чиме се одржава концентрацијски градијент, доводећи до дифузије CO_2 из крви у плућа и његовог издисања у спољашње окружење организма. Евентуално удисање повећане концентрације угљен-диоксида доводи до реаговања гаса са водом из крви и формирања угљене киселине (H_2CO_3), која се потом разлаже на јоне водоника (H^+) и карбонат (HCO_3^-). Угљен-диоксид у вишку помера јонску равнотежу ка настанку још већег броја јона водоника, стварајући киселу средину. У току респираторне ацидозе, рН крви биће испод 7,35 [148].

Концентрација CO_2 измерена у ваздуху неког простора зависиће од следећих чинилаца: број особа присутних у простору; степен динамике активности присутних лица, у смислу да што је активност већа организам ће продуковати и ослободити у простор већу количину угљен-диоксида, утичући на тај начин и на динамику вентилације у ваздуху простора [24]. Са аспекта заузетости затвореног простора присутним јединкама, препозната је чињеница да су, у односу на друге нерезиденцијалне зидане објекте, школе управо таква врста грађевина у којима је та заузетост највишег степена. Ту се, пре свега, мисли на поређење школских објеката (и самих учионица у њима), са

пословним простором, с обзиром да се у једној учионици налази далеко више ученика него што је број запослених у једној канцеларији, а у односу на површину просторије и запремину доступног ваздуха [19; 149].

Према скорашњим истраживањима, повишене концентрације CO₂ у ваздуху учионица могу утицати на когнитивне процесе код ђака, попут промена у степену концентрисаности на задатак, а могу утицати негативно и на способност учења и упамћивања новог градива [7; 150; 151; 152].

д) BeToXy (benzene-toluen-ksilen)

Моноароматични угљоводоници ниске молекуларне тежине, бензен, толуен, етил-бензен и ксилени (BeToXy) широко су распрострањени у животној средини, у коју се ослобађају како из природних, тако и из антропогених извора [153–156]. Човек се излаже ВТЕХ-има у радној средини, као и животном окружењу, путем инхалације или преко дермалне апсорпције. Рад мотора са унутрашњим сагоревањем горива и њихова емисија у амбијентални ваздух сматрају се главним извором изложености овим лако испарљивим органским једињењима (VOCs), пре свега бензену, при чему се његова инхалација из амбијенталног ваздуха сматра да чини 99,9% укупног дневног уноса бензена [157]. У публикацијама значајне институције у области токсикологије, попут Агенције за токсичне супстанце и регистар болести из САД дат је детаљан приказ токсичних ефеката ова три органска једињења [158 - 161]. Према IPCS, како након краткотрајне, тако и дуготрајне изложености, бензен делује на организам хематотоксично, имунотоксично, неуротоксично и канцерогено [154]. Спровођењем опсежних епидемиолошких студија, као и студија случаја, установљено је да је бензен хумани леукемоген, доводећи изложеност и у везу са повећаним ризиком за развој апластичне анемије, акутне нелимфоцитне леукемије, мијелогене леукемије и акутне мијелоидне леукемије код људи [162; 163].

Изложеност етил-бензену, толуену и ксилену може за последицу имати ефекте на централни нервни систем. За разлику од толуена и ксилена, етил-бензен доводи до слабијих акутних и хроничних токсичних ефеката и код хуманих и животињских организама [155].

Код изложености толуену, по типу акутне хумане експозиције ниског интензитета могу се појавити вртоглавица, осећај раздраганости и конфузије, док излагање високим концентрацијама овог једињења за последицу може имати губитак координације, атаксију, губитак свести, као и фатални исход [153]. И поред опсервираних реверзибилних ефеката који се манифестују на ткиву јетре, бубрега и нервног система, централни нервни систем се сматра најосетљивијим када је излагање толуену у питању [161; 164].

Ефекти који настају излагањем малим дозама ксилена у складу су са симптомима које изазива изложеност другим моноцикличним ароматичним једињењима. Примарно долази до инхибиције функција централног нервног система, са симптомима попут вртоглавице, мучнине, главобоље и атаксије. С друге стране, у случају експозиције већим дозама ксилена, могу се јавити конфузија, респираторна депресија и кома [156; 158]. Експозиција ксиленима, може, такође, имати хепатотоксичне и нефротоксичне ефекте, мада се, у случају да се истом излажу иначе здраве индивидуе, пре свега манифестују неуролошки ефекти, као и симптоми иритације очне слузнице и слузнице респираторног тракта [156].

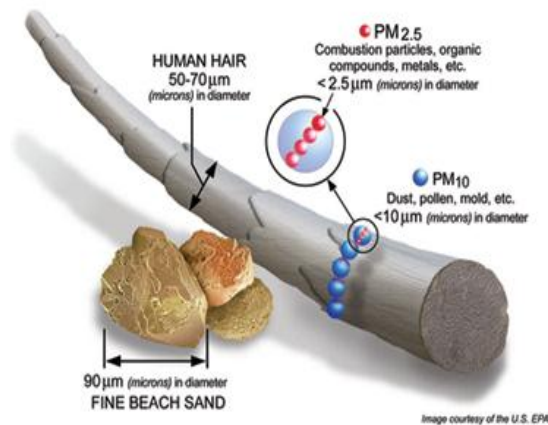
1.10.2. Честичне материје у ваздуху (*particulate matter*, PM)

Овим збирним називом дефинише се широки распон честица, димензија довољно малих да могу бити ношене ваздушним струјањима, па самим тим, и бити унете у организам човека путем инхалације [165]. Када је у питању спектар њихових појавних облика, они постоје у свим могућим димензијама и облицима, као и у виду чврстих честица или капљица течности (аеросоли) [59]. PM у амбијенталном ваздуху класификоване су у 3 категорије, према својим димензијама, тачније, пречнику [166]:

- **PM₁₀** представљају честице аеродинамичног пречника мањег од 10 μm , имају способност да продру до ларинкса. Ради поређења, треба знати да пречник длаке косе износи 70 μm .
- **PM_{2,5}** су честице атмосферског пречника < 2,5 μm , што их чини способнијим да продру до дубљих партија респираторног тракта, то јест, до алвеола, регије у којој се одвија активна размена гасова у процесу инхалације плућа.

➤ $PM_{0,1}$ имају аеродинамични пречник $< 100 \text{ nm}$. Оне примарно настају као продукт сагоревања фосилних горива.

Слика 4 дефинише разлике у димензијама промера људске длаке, зрна песка, PM_{10} и $PM_{2,5}$ честица.



Слика 4. Примери пречника/пресека честица од значаја за човеково здравље

Извор: [166]

1.10.2.1. Честишно загађење у ваздуху затвореног простора

Заузет је општи стручни став да честице детектоване у ваздуху затвореног простора потичу из два извора: из амбијенталног ваздуха и из процеса који се одвијају у самом простору у коме се врши њихово мерење. Значај доприноса оба извора измереним концентрацијама IAQ PM зависиће од различитих варијабли, попут:

- динамике размене ваздуха (дотока свежег ваздуха од споља у затворени простор, *ventilation rate*);
- загађења амбијенталног ваздуха;
- врсте активности које се спроводе у датом затвореном простору;
- аеродинамичног пречника емитованих честица [167–171].

Главни извор честичног загађења ваздуха у већини домаћинстава је загађење генерисано у амбијенталном ваздуху. Међутим, у неким домаћинствима су присутни и примарни извори честичног загађења, попут: дим цигарете, процес кувања, алергени

кућних љубимаца, невентилирани уређаји који раде на принципу сагоревања, као што су то шпорети на гас, грејна тела на дрва као гориво, раст колонија буђи [172].

У последњој декади, увидом у стручну литературу, запажа се повећано интересовање за изложеност деце честичном загађењу у школском окружењу (учионицама), кроз значајан број истраживања на ту тему. Ово се, пре свега, односи на она истраживања чији циљ је било мерење концентрација финих честица у учионицама, како њихове масене концентрације, тако и њиховог броја, по јединици волумена ваздуха [22; 24; 172; 173]. Заправо, изложеност деце честицама у школској средини сматрана је кључним елементом у евалуацији хроничних и акутних ефеката аерозагађења на здравље специфично рањиве популационе групе, попут деце [38; 39].

1.10.2.2. Утицај честичног загађења ваздуха на здравље

Штетни утицај на здравље излагањем честичном загађењу (PM), укључујући честице са медијаном аеродинамичног пречника $< 2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2.5}) и $< 10 \mu\text{m}$ (PM₁₀), јак су разлог за бригу, како владама, тако и међународним организацијама којима је здравље у фокусу деловања, на глобалном нивоу [165]. Аерозагађење честичног типа, са доминантним PM_{2.5} и PM₁₀ фракцијама, пре свега делује на респираторни систем, уз појачање респираторних поремећаја, поремећаја плућне функције, као и на повећану инциденцу хроничног кашља, бронхитиса и конјунктивитиса [174]. Такође, епидемиолошке и клиничке студије су доказале да се са аерозагађењем не повезује само респираторна, већ и кардиоваскуларна патологија [165].

1.10.3. УТИЦАЈ ИЗЛАГАЊА ДЕЦЕ ДУВАНСКОМ ДИМУ У КУЋНОМ ОКРУЖЕЊУ НА РЕСПИРАТОРНО ЗДРАВЉЕ

Дувански дим представља сложену, динамичну и реактивну мешавину која, оквирно, садржи око 5000 хемијских једињења. Ова токсична и карциногена смеша је, вероватно, најзначајнији извор хумане експозиције токсичним хемикалијама, па самим тим, и узрочник обољења индукованих хемијском експозицијом [175].

Процењено је да, на глобалном нивоу, пуши 1,3 милијарде људи [176]. С обзиром да је све већи број регистрованих младих пушача, нарочито међу девојчицама, овај тренд

прати континуирани раст [177]. Деца су често изложена дуванском диму у свом окружењу, што значајно утиче на морбидитет у тој осетљивој популационој групи [178; 179].

Процена атрибутивног ризика за изложеност дуванском диму у кућном окружењу у популацији деце креће се од 9% за преваленце астме до 25% за болнички пријем због респираторне симптоматологије [Rushton 180]. Према Светској здравственој организацији, више од половине деце узраста 13-15 година су изложена је утицају дуванског дима у својим домовима у већини земаља чији су подаци били доступни [181].

Када су деца у питању, како пренатално, тако и постнатално излагање дуванском диму представља одлучујући фактор за респираторни морбидитет и рану редукцију плућне функције [182]. Различита истраживања показала су да изложеност дуванском диму неповољно утиче на респираторно здравље деце, успоравајући раст плућа и повећавајући ризик од инфекција и респираторних симптома, укључујући визинг и егзацербацију астме [183; 184].

Анализирајући концентрације респирабилних честица у средини где су присутни пушачи на глобалном плану, средње вредности њихове концентрације крећу се у распону од 24 до 1947 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ове вредности зависе од различитих чинилаца, укључујући локални саобраћајни проток, квалитет и врсту вентилационог система у затвореном простору, као и присуство других извора таквих честица (шпорети и пећи на дрва). Поређењем концентрација респирабилних суспендованих честица у просторима где се пуши и где се не пуши, детектовано је и до три пута више ових честица у затвореном простору у којем се пуши. Према истраживању Jenkins et al (2000), у ваздуху затвореног простора, мереном у просторијама у којима се пуши, веома често бива прекорачена препоручена вредност за респирабилне суспендоване честице ($\text{PM}_{2.5}$) постављене од стране US EPA од 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [185].

Излагање дуванском диму обрађено је у истраживању које је тема ове докторске дисертације, кроз упитнике дате родитељима/старатељима са питањима о њиховим навикама које испољавају у кућном окружењу, као и питања о присутним респираторним симптомима код деце.

1.11. УТИЦАЈ КВАЛИТЕТА АМБИЈЕНТАЛНОГ ВАЗДУХА НА КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА У УНУТРАШЊЕМ ПРОСТОРУ

Извори загађења амбијенталног ваздуха и продукти загађења од посебног значаја за квалитет ваздуха затвореног простора

Загађење амбијенталног ваздуха може бити генерисано од стране појединачних стационарних извора, у ком случају утичу на релативно мало подручје. Најчешће, оно потиче од мешавине полутаната из различитих дифузних извора, попут саобраћаја (мобилни извори загађења) и кућна ложишта (дифузно дисперговани стационарни извори). Није занемарљив ни утицај великих стационарних извора загађења (темо-енергетски комплекси), из којих се полутанти могу транспортовати путем медијума животне средине на велике удаљености (прекогранични пренос полутаната), и тиме допринети глобалном загађењу ваздуха [186].

У зависности од природе горива и типа њиховог сагоревања, загађујуће материје које се емитују у атмосферу тим процесом могу бити: азотови оксиди (NO_x), сумпордиоксид (SO_2), угљен-моноксид (CO), испарљива органска једињења (VOCs) и честице (PM) [59,66].

Загађени амбијентални ваздух се меша са ваздухом унутрашњег простора кроз прозорске и друге отворе, па чак и евапорацијом супстанција из оближњих водених површина. У ретким случајевима, контаминација унутрашњег простора може настати и емисијом елемената из темеља или чврстог грађевинског материјала (цигла, камен), као што је случај са радоном [187]. Други чиниоци који могу утицати на погоршање IAQ су: начин чишћења просторија, лоша контрола влаге у просторији (евидентирани флексе од влаге и цурење воде), као и лоше одржавање зграде, уопште [188; 189].

На квалитет ваздуха затвореног простора могу утицати: извори загађења, лоцирани ван посматране зграде, попут мобилних извора аерозагађења (издувни гасови моторних возила) или стационарних извора термоенергетског комплекса, котларница, индивидуалних ложишта, индустријских погона [20; 21]. Извори полутаната могу бити лоцирани и унутар самог школског простора. По својој структури и саставу, загађујуће материје, емитоване у једном или оба ова простора, могу бити сачињене од честица и

прашине (укључујући микробиолошке резидуе), влакана, биоаеросола, гасова и пара [189, 190].

Географска позиција школе и утицај близине прометне саобраћајнице на квалитет ваздуха унутар учионица

По свом локалитету, школе на административном подручју великих градова могу бити позициониране у централном урбаном језгру града, у ширем урбаном подручју и руралним предграђима, чиме су опредељени и потенцијални ризици из животне средине.

С обзиром на дужину времена коју деца проводе у школи, школска средина представља значајно микроклиматско окружење, са аспекта утицаја загађења ваздуха на њихово респираторно здравље, пре свега. Према проценама *International Review of Curriculum and Assessment Frameworks Internet Archive*, деца у развијеним земљама проводе у школи од 175 до 220 дана у години, и то по 5 до 8 сати дневно [191].

Није занемарљива чињеница да су школе у урбаним зонама често лоциране у близини прометних саобраћајница, што узрокује појачану изложеност деце полутантима, с обзиром да деца наставу похађају дању, свакодневно током радне недеље, што се временски поклапа са максималним саобраћајним флуksom [192]. Ако, као пример полутанта, пореклом од саобраћаја, узмемо PM_{10} честице, доказан је њихов транспорт из амбијенталног ваздуха школског окружења у ваздух затвореног простора учионица, доводећи до штетних последица по респираторно здравље ученика [193]. Према другим студијама, препозната је веза између снижене плућне функције, запаљенских процеса респираторног тракта и астме, код деце која живе и похађају школу у близини прометних саобраћајница [194; 195]. Друга два полутанта, који, уколико су измерени у ваздуху затвореног простора, представљају показатеље интензитета саобраћаја у улицама у близини испитиване школе, су азот-диоксид и угљен-моноксид [135; 196].

Школе лоциране у насељима руралног типа, представљају другачији вид извора аерозагађења, а самим тим и ризика по респираторно здравље ученика. Пре свега, за разлику од саобраћајног загађења ваздуха, где се ради о мобилним изворима загађења (издувни гасови моторних возила), школе у руралним областима представљају стационарне изворе загађења ваздуха. Наиме, оне најчешће нису повезане на централизован систем снабдевања топлотном енергијом, већ за генерисање топлоте,

углавном, користе грејна тела на чврста фосилна горива (угаљ, дрва). У случају таквог вида загревања школског простора, деца су изложена загађеном ваздуху и унутар учионица, као и у дворишном простору, с обзиром на емисију продуката сагоревања угља/дрва у амбијентални ваздух [68]. Употреба чврстих фосилних горива за загревање, у енергетском смислу, налази се на дну лествице у смислу ефикасности сагоревања и чистоће [197]. Дим пореклом од процеса сагоревања чврстих фосилних горива продукује велики број по здравље опасних полутаната, укључујући респирабилне честице, угљен-моноксид (СО), азотове оксиде, формалдехид, бензен, 1,3 бутадиен, полицикличне ароматичне угљоводонике (РАНs), попут benzo[a]pyrena, уз многа друга токсична једињења. У неразвијеним подручјима, велики део домаћинства, па и школа, ову врсту горива најчешће користи за кување и загревање, па су концентрације набројаних полутаната највише у ваздуху затвореног простора [3]. Она се, типично, сагоревају у енергетски неефикасним грејним телима, што, комбиновано са лошим навикама вентилације простора, може генерисати густ дим у таквим просторијама. Битно је напоменути да су деца овим полутантима изложена само у току боравка у школи, јер се по њиховом одласку извор енергије гаси, тако да су им она много више изложена у самим учионицама [197; 198].

1.12. ЕЛЕМЕНТИ ЗОНЕ ТЕРМАЛНОГ КОМФОРА И МОГУЋИ УТИЦАЈ НА ЗДРАВЉЕ

Микроклиматски елементи термалног комфора затвореног простора, у које спадају температура ваздуха, релативна влажност ваздуха (РВВ, у %) и брзина струјања ваздуха, могу утицати на здравље, осећај благостања и когнитивна постигнућа, како на директан, тако и на индиректан начин [199]. Директне учинке лако је разумети евидентирањем вредности температуре ваздуха, РВВ (%) и брзине струјања ваздуха, док у индиректном смислу, сви елементи термалног комфора заједно могу утицати на изворе емисије, концентрације полутаната у ваздуху затвореног простора, модификујући елементе изложености [200]. ASHRAE Standard 55-1992, који дефинише термалне услове у односу на заузетост неког затвореног простора, (*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*), указује на различите чиниоце који могу утицати на елементе термалног комфора и друге микроклиматске услове у затвореном простору [201].

Као последица више чинилаца, пре свега, цене енергије, савремена изградња умањује могућност одавања топлоте, самим тим и размене ваздуха, па тако хемикалије које се користе у грађевинским материјалима, покућству и намештају, постају све већа претња по здравље лица која у таквим просторима бораве. Такође, у условима лоше вентилације затвореног простора долази до пораста релативне влажности ваздуха, а што често може погодвати и повећању концентрације неких полутаната. Исто се односи и на присуство алергена и микроорганизама у затвореном простору [201; 202].

Лоша вентилација се повезује са неколико здравствених проблема, попут групе симптома који чине „синдром болесних зграда” (*Sick Building Syndrome, SBS*), као и респираторним алергијама и астмом [203].

Услед повећане влажности ваздуха у унутрашњем изграђеном простору долази до појаве кондензације у зидовима, што опет повећава влагу у њима, а што настаје услед лоших грађевинских процедура и непоштовања основних стандарда градње, са аспекта термо/хидро-изолације. Такође, боравак у оваквом окружењу може представљати потенцијални узрок погоршања респираторног здравља, с обзиром да је оно плодно тле за развој плесни, гљивица, бактерија и гриња [204]. Релативна влажност ваздуха једног простора утицаће на брзину евапорације, преко коже. Релативна влажност је однос (*ratio*) парцијалног притиска (или густине) водене паре у ваздуху и сатурационог притиска (или густине) водене паре при истој температури ваздуха и истом укупном притиску [205]. При високој температури ваздуха (која се приближава просечној температури коже од 34°C), губитак топлоте је есенцијални механизам за достизање осећаја комфора (лагодности). Организам човека, који борави у затвореном простору, осетљивији је на промене температуре него на колебања вредности релативне влажности ваздуха [206]. С друге стране, према неким истраживањима, ниске вредности РВВ доводе до дермалне иритације и сушења коже услед повећане брзине евапорације [207]. У случају повећане вредности РВВ, показало се да нема значајнијих психолошких, психосоцијалних разлика у хуманом одговору на излагање влази у распону 60–90%, при температуре од 20 до 26°C, у току седантне активности [208].

Микроклиматски услови затвореног простора у школском окружењу (учионице) битан су чинилац психо-физичког благостања деце која у том простору бораве. Они се, пре свега, тичу утиска корисника простора о постигнутом термалном комфору, као и

квалитету ваздуха затвореног простора (IAQ). Такође, поред обезбеђивања „здравог” окружења, које умањује могућност настанка здравствених проблема, неадекватни микроклиматски услови затвореног простора (ICQ, *Indoor Climate Quality*) могу утицати на радна постигнућа, како наставника, тако и самих ученика [209].

За разлику од затворених простора друге намене, учионице карактерише висок степен заузетости простора. Заправо, у овој ситуацији, долази до пораста унутрашње телесне температуре (енергетске вредности око 5 kW), што, пак, индукује осећај локалне термалне нелагодности, а што за последицу може имати пад у когнитивним исходима особе која борави у датом затвореном простору [210; 211].

Међународна обавезујућа документа за праћење штетних утицаја животне средине на здравље деце

Здравље деце, заједно са чиниоцима који на њега делују, битне су детерминанте здравствене политике, што се нарочито односи на активности које покривају област превенције штетних утицаја животне средине на здравље деце, као посебно осетљиве популационе групе. Овакви ставови укључени су и у декларације на две узастопне Министарске конференције за животну средину и здравље, одржане у Лондону (1999.) и Будимпешти (2004.), организоване од стране СЗО за Регион Европе [212; 213]. На Конференцији у Будимпешти усвојен је и План акције за животну средину и здравље деце (*Children's Environment and Health Action Plan for Europe*, СЕНАРЕ), који дефинише низ активности чији је крајњи циљ превенција и смањење оптерећења болестима пореклом од изложености штетним факторима из животне средине, у дечијем узрасту, у земљама чланицама СЗО за Регион Европе [214].

Ублажавање и пад преваленце штетних последица аерозагађења на здравље деце, а нарочито појаве респираторних обољења, један је од четири регионална приоритетна циља (RPG3), дефинисана у поменутом Плану акције [214].

2. ЦИЉ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Главни циљеви истраживања

1. Утврдити повезаност активних и пасивних карактеристика учионице.
2. Утврдити утицај пасивних карактеристика учионице на појаву респираторних сметњи код ученика.
3. Утврдити утицај социо-економског статуса и стила живота на појаву респираторних сметњи и резултат спирометрије код ученика.
4. Утврдити корелацију квалитета амбијенталног ваздуха са квалитетом ваздуха затвореног простора испитиваних учионица.
5. Утврдити корелацију квалитета ваздуха затвореног простора испитиваних учионица на појаву респираторних сметњи код ученика.
6. Утврдити корелацију броја ученика на показатеље комфора у учионици: температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$), релативна влажност ваздуха (%), концентрација CO_2 (ppm).
7. Утврдити повезаност активних и пасивних карактеристика учионице са резултатом спирометрије код ученика.
8. Утврдити предикторе за појаву респираторних сметњи код ученика

2.2. Хипотезе истраживања

1. Активне и пасивне карактеристике учионице утичу на појаву респираторних сметњи и на резултат спирометрије код ученика.
2. Социо-економски статус и стил живота утичу на појаву респираторних сметњи код ученика.
3. Квалитет амбијенталног ваздуха је у значајној корелацији са квалитетом ваздуха затвореног простора испитиваних учионица, као и са појавом респираторних сметњи код ученика.
4. Позиција учионице, квалитет ваздуха затвореног простора, број деце у учионици, врста и учесталост проветравања су предиктори за појаву респираторних сметњи код ученика.

3. МЕТОДОЛОГИЈА

УВОД У МЕТОДОЛОГИЈУ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање које је тема ове докторске дисертације део је опсежног међународног SEARCH (*School Environment and Respiratory Health of Children*) пројекта спроведеног у шест европских земаља (Албанија, Босна и Херцеговина, Мађарска, Италија, Словачка и Србија) у периоду 2006–2010. године [240].

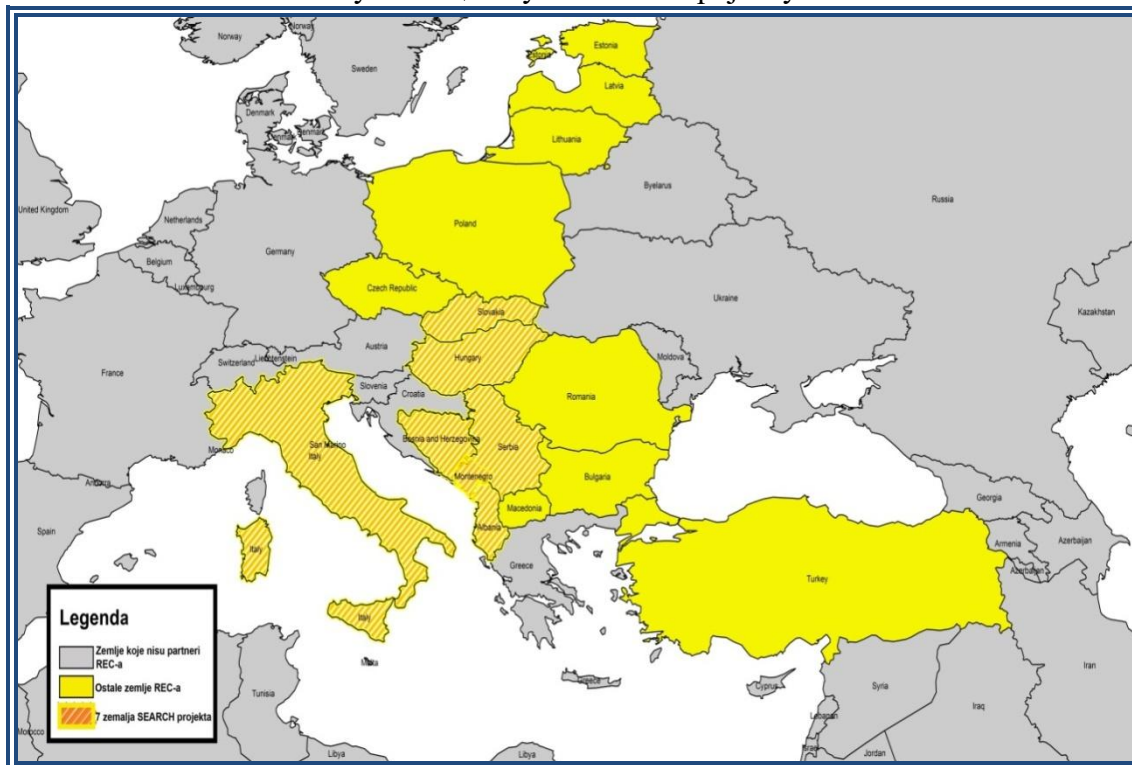
Опис SEARCH пројекта

Основу за реализацију SEARCH пројекта представља пилот-пројекат “Cleaner Environment, Better Future for Our Children” (Чистија животна средина, боља будућност за нашу децу”), чији је координатор био Регионални Центар за животну средину за југоисточну Европу, са седиштем у Мађарској (*Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, Country Office Hungary, REC*), 2004. године. Пилот-пројекат је резултат италијанско-мађарске билатералне сарадње у циљу унапређења квалитета ваздуха затвореног простора у школском окружењу, смањења броја деце која оболевају од респираторних обољења, као и снижења ризика од појављивања нових случајева обољења. Дугорочни циљ овог заједничког пилот-пројекта било је дефинисање препорука за даље поступање у превенцији загађења ваздуха затвореног простора, као и усвајање легалних мера којима се та област надзире и регулише, са посебним акцентом на одређена респираторна обољења потенцијално изложене деце [215; 216]. Истражујући здравствени статус школске деце, експерти Националног института за животну средину и здравље Мађарске (*National Environmental Health Institute of Hungary*) закључили су да школска средина, социо-економски услови породице и однос родитеља/старатеља према здрављу деце значајно одређују инциденце респираторних обољења код испитиване деце која похађају предметне школе.

Након успешно спроведеног пилот-истраживања, Министарство за животну средину, земљу и мора Италије пружило је пуну подршку имплементацији SEARCH пројекта у шест држава, међу којима је била и Србија. Експерт који је у Србији координисао свим активностима у току трајања SEARCH пројекта, управо је и аутор ове докторске

дисертације (потврда у Прилогу), у име Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут” [215].

Мапа 1. Државе у којима REC има седиште, са посебно осенченим земљама учесницама у SEARCH пројекту



Извор: www.rec.org/SEARCH

Имплементација SEARCH пројекта (2006–2010)

Почетне активности на реализацији SEARCH пројекта одвијале су се у 2006. години, са акцентом на прилагођавање методолошких приступа у области процене изложености. У овој, припремној фази, обављено је следеће:

- 1. Адаптација италијанско-мађарског концепта** за превенцију настанка и смањење инциденце респираторних обољења код школске деце. Планирање и адаптација дизајна студије.
- 2. Избор 60 школа (10 школа/земљи).** Критеријуме за избор школа дефинисао је међународни експертски тим, у складу са циљевима пројекта [215].
- 3. Припрема за процену изложености у школском окружењу.** Припрема за дистрибуцију и коришћење упитника у изабраним школама, са циљем прикупљања података о квалитету окружења у истим (укључујући и квалитет ваздуха). Припрема

израде упитника за процену респираторног здравља ученика, ради прикупљања и анализе података код 1000 деце/по земљи, апроксимативно.

У периоду од 2007. до 2008. године обављене су активности битне за процену утицаја изложености, пре свега оне које се тичу самог истраживања и прикупљања података, тј. формирање модела за базе података. Активности су спроведене следећим редоследом:

1. Мерење одабраних полутаната у ваздуху затвореног простора учионица обављено је у току грејне сезоне (новембар 2007 – мај 2008). Детаљи око опреме која је коришћена у истраживању договорени су са експертским тимовима свих земаља учесница у истраживању [215]. REC је координисао процедуре набавке и расподеле опреме за мерење полутаната.

2. Рад на Упитнику о здравственом статусу деце која похађају изабране школе, тј. учионице у којима је вршено мерење дефинисаних параметара (1000/земљи). Финална верзија Упитника је дискутована са представницима земаља учесница и експертским тимом пројекта пре превођења на националну језичку форму текста.

3. У току 2009. године извршена је анализа и евалуација података у широј перспективи, без специфичних и детаљних анализа по појединачним земљама учесницама у пројекту, то јест по појединачним школама. Циљ анализе била је процена повезаности између школског окружења и здравља испитиване деце. Упоредо са овим активностима стручњаци из свих земаља које учествују у пројекту, заједно са експертима REC-а радили су на изради препорука за побољшање услова у школском окружењу, то јест смањењу експозиције деце загађењу у току боравка у школском простору.

4. У току 2010. године евалуиран је учинак SEARCH пројекта у имплементацији СЕНАРЕ приоритетног Циља 3 у земљама учесницама у пројекту. Општи исходи пројекта приказани су на *5th Environment and Health Ministerial Conference* (Петој Министарској конференцији за животну средину и здравље), у Парми, Италија.

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

1. Врста студије

Ово је ретроспективна, студија пресека сачињена из три дела, процене изложености (деце) у школама, затим, процена респираторног статуса деце и успостављање повезаности.

2. Испитаници

Истраживањем су обухваћена деца од другог до шестог разреда, старости од 8 до 11 година, укупно 735 ученика (N=735).

3. Узорковање

Узорковање деце је вршено методом случајног избора. Узорак чине 735 ученика из 10 основних школа у Београду. Критеријуми за избор школа били су локација школе у односу на центар града (приградско насеље без присуства већих саобраћајница, шири центар града са фреквентним саобраћајем, ужа централна зона са фреквентним саобраћајем). Из ове три групе школе су биране методом случајног узорковања. За сваку школу су одређене учионице у којима су се вршила мерења а у којима су боравили испитивани ученици, укупно 44 учионице. Критеријуми за избор учионица били су оријентација учионице у односу на прометне саобраћајнице. Критеријуми за избор ученика били су присуство ученика у изабраним учионицама у току периода мерења. Сва деца која су боравила у изабраним учионицама чине истраживану популацију.

Величина узорка

Основни узорак чине 735 ученика из 44 учионице, из 10 основних школа у Београду. У десет основних школа у Београду испитивана су деца из 44 учионице, тако да је у неким школама учествовало 4, а у неким 5 учионица. Критеријум за избор учионица у којима ће се вршити истраживање била је окренутост исте у односу на прометну улицу

или школско двориште. Обухваћена су деца од другог до шестог разреда, старости од 8 до 11 година. Истраживањем је обухваћено 363 девојчице и 371 дечак. Спирометрија је обављена код 629 ученика. Мерење концентрације гасовитих и честичних загађујућих материја врши се у једној радној недељи, 5 радних дана у току грејне сезоне 2008/2009. године.

4. Варијабле које се мере у студији

Студија пресека обухватала је три упитника и мерење полутаната у учионици и ван школе, као и спирометријско мерење код ученика.

Анализом три упитника омогућено је да се Упитником за карактеристике школске зграде као и Упитником за карактеристике учионице у којима бораве испитивана деца добије процена изложености (ученика) у школама, затим Упитником за свако дете који је попуњавала мајка, а овај упитник је омогућио процену респираторног статуса деце. У овој докторској тези ће се анализирати утицај одређених показатеља школске средине на појаву респираторних сметњи код школске деце, као и резултати мерења полутаната у учионици и ван школе, резултати спирометријског мерења код ученика и њихова повезаност са појавом респираторних сметњи код школске деце, а све варијабле груписане су у две групе, групу независних и зависних варијабли.

- **Групу независних варијабли** у овом истраживању чине, када се анализира утицај школске зграде: старост зграде, од којег је грађевинског материјала школска зграда сазидана, какво је грејање, позиција зграде у односу на прометне саобраћајнице, близина загађивача (фабрика, отпад), близина зелених површина, боравак у школском дворишту, постојање фискултурне сале, као и последње реновирање школске зграде, вентилација школске зграде. Када се анализира утицај школске учионице на поремећаје респираторног здравља код школске деце групу независних варијабли чине број деце по учионици, простор у m^2 по ученику, квалитет прозора и проветравање учионице, колико деце борави у учионици, квалитет зидних и подних облога, тип и старост намештаја, окренутост учионице према прометној улици или школском дворишту; присуство буђи на зидовима учионице, начин и фреквентност чишћења учионице. Информације о свакој од наведених варијабли добијене су попуњавањем

упитника и резултат су стања затеченог у школама које су овим истраживањем обухваћене у тренутку анкетирања. Групу независних варијабли чиниће и подаци о здрављу детета које су дале мајке ученика обухваћених истраживањем, где ће се анализирати подаци о социо-економским условима ученика односно о образовању и запослењу родитеља и стилу живота (пушење родитеља, физичка активност детета).

Мерењем концентрације полутаната у учионици, као и ван ње током одређеног временског периода, дошли смо до групе независних варијабли које дефинишу квалитет ваздуха који школска деца удишу. Биће праћене концентрације NO₂, CO, CO₂, HCHO (формалдехид), TVOC (benzene, toluol, xilol, ethyl-benzene), као и PM₁₀. Група независних варијабли биће састављена од свих фактора који представљају могући узрок за поремећаје респираторног здравља код школске деце.

- **Зависне варијабле** у истраживању су оне за које утврђујемо какав је и колики утицај наведених независних варијабли на њих, а у овој докторској тези то су дијагностиковани поремећаји респираторног здравља код школске деце. Податке о здрављу детета дале су мајке ученика обухваћених истраживањем, такође путем анкетног упитника. Обухватиће се дијагностиковане алергије, врста алергије, дијагностикована астма, као и појава дисајних сметњи и врста и учесталост дисајних сметњи. Деци је након родитељског пристанка урађена спирометрија, те ће бити анализирани и ове вредности. Истовремено, током анализе овог истраживања биће утврђена међусобна повезаност варијабли и биће издвојене најзначајније на основу којих се може предвидети узрок за поремећаје респираторног здравља код школске деце, односно оне које можемо назвати предикторима за поремећаје респираторног здравља код школске деце.

У анализи добијених резултата мерења загађујућих материја у свим земљама учесницама SEARCH пројекта користиле су се вредности из Препорука СЗО, као и ЕУ Директива, приказаних у следећој табели.

Табела 6. Препоруке за концентрације полутаната у ваздуху затвореног простора

Супстанца	Јединица мере	Референтна вредност	Време усредњења	Референца
формалдехид	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	30 min	66
бензен	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Не постоји безбедна по здравље препоручена концентрација		66
		5	1 година	217
толуен	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	260	1 недеља	186
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	1 сат	66
		40	1 година	
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	24 h	59
CO ₂	ppm	700 ppm разлика између IAQ/OAQ концентрација		218

5. Статистичка обрада података

Подаци ће бити анализирани коришћењем статистичког програма SPSS верзија 20. Пре статистичке обраде података, прво ће се испитати правилност расподеле добијених вредности. Уколико вредности буду имале нормалну расподелу користићемо параметарске тестове: ANOVA тест, t-тест, линеарна корелација и регресија, док ће се за друге расподеле користити непараметарски тестови. Резултати истраживања ће се изражавати као вредност \pm стандардна девијација (SD) и као медијане.

Одабрани параметри ће се анализирати непараметријским тестовима, да би се утврдиле разлике у дистрибуцији према одабраним показатељима (окренутост учионице, старост намештаја, врста пода, зида, број ученика у учионици, врста и учесталост чишћења) и то χ^2 тестом, а исти параметри биће анализирани међу групама формираним на основу одабраних параметара. Континуирана (параметријска) обележја биће анализирана униваријантним тестовима, а додатна тестирања варијанси биће обављена Turkey's тестом. Испитивање распореда статистичке серије одредиће даље тестирање Колмогоров-Смирнов Z-тестом, који ће бити употребљен за анализу међусобног утицаја одабраних параметара (алергија, астма, респираторне сметње, вредност спирометрије) у односу на окренутост учионице, врсту пода, зида, број ученика у учионици, врсту и учесталост чишћења итд), као и код континуираних обележја која немају нормалну дистрибуцију. Спирманова корелација ће нам омогућити увид у повезаност одређених параметара, концентрација полутаната у затвореном простору у односу на исте параметре мерене у амбијенталном ваздуху.

На основу регресионе анализе (LMR) биће испитан појединачни утицај неких од одабраних варијабли и њихова повезаност са појавом респираторних сметњи на нивоу вероватноће $p \leq 0,05$. Биће одређени Odds Ratio (OR)/(expB) са интервалом поузданости 95%, који ће одредити прогностичку вредност анализом обухваћених варијабли. Статистичка значајност дефинисана је на нивоу вероватноће нулте хипотезе од $p \leq 0,05$ до $p < 0,0001$.

Као материјал за ову студију користићемо:

- а) мерење полутаната у ваздуху затвореног простора школа и амбијенталном ваздуху непосредно испред учионице у којој су вршена мерења и деца похађају наставу;
- б) процену стања школске зграде и степена њеног одржавања (упитник);
- в) процену стања школске учионице (упитник и мерења);
- г) процену квалитета кућног окружења (упитник).

6. Упитници

У истраживању су коришћена три типа упитника (у Прилогу I), у свих шест земаља у којима је истовремено спроведено истраживање:

- **Упитник за школску зграду** – попуњаван од стране административног особља школе, са подацима о локацији школе, старости здања, времену евентуалног реновирања.
- **Упитник за учионицу** у којој је вршено мерење и чији су ученици учествовали у истраживању – попуњаван од стране истраживачког тима уз помоћ наставника, са подацима о локацији учионице, навикама отварања прозора у току дана, времену реновирања учионице, броју присутних ученика у тренутку рада мерних инструмената.
- **Упитник за родитеље/старатеље** – са подацима о: социо-економском статусу породице, адреси становања у односу на саобраћајнице, индустријске објекте или депоније отпада, респираторном здрављу детета.

Као основа за упитнике послужили су стандардизовани упитници из ранијих међународних истраживања респираторног статуса деце на глобалном нивоу, попут *World Health Organization Childhood Respiratory Questionnaire* из 1980-их [219] и *ISAAC Questionnaire* из 1990-их година [220; 221].

7. Коришћење композитних индикатора

Коришћење композитних индикатора у изради ове докторске дисертације у складу је са методологијом и резултатима како самог SEARCH пројекта, тако и са релевантним међународним истраживањима. У овом раду биће коришћени следећи индикатори:

- a. VENTILATION RATE – динамика проветравања унутрашњег простора
- б. PM₁₀ INDOOR air quality/OUTDOOR air quality RATIO – нумерички однос између концентрација PM₁₀ у амбијенталном ваздуху испред учионице и PM₁₀ у ваздуху унутрашњег простора учионице
- в. ЗАУЗЕТОСТ ПРОСТОРА (Occupancy rate).

a. **VENTILATION RATE** (динамика проветравања унутрашњег простора) је мера која квантификује запремину ваздуха доступну сваком појединцу у јединици времена, као и степен дотока свежег ваздуха од споља, то јест, интензитет дотока ваздуха из спољашњег простора у унутрашњост зграде (собе), или преко вентилационог система, или, пак, кроз отвор на зиду зграде, то јест прозорско окно. Заправо, овај показатељ квантификује запремину ваздуха доступног сваком појединцу у јединици времена у дефинисаном затвореном простору.

За израчунавање ове вредности, користи се следећа формула [13]:

$$A = P / (C_{\text{mean}} - C_o) \times 10^6 / 3.600$$

$A = \text{ventilation rate}$ [L x s⁻¹ x особа]

$P =$ динамика индивидуалне емисије CO₂ (L x s⁻¹) за седантну активност у учионицама на нивоу мора)

$C_{\text{mean}} = C_{\text{sred}}$ [CO₂] у датој учионици $C_o = C_{\text{sred}}$ [CO₂] на улици (*outdoor*)

- Према ASHRAE 2007 стандарду минимална вредност у школској средини је 3 l/s по особи, док је пожељна $VR \geq 8$ l/s по особи [222].
- Према резултатима досадашњих истраживања, високе вредности VR указују на боље стање вентилираности, што за последицу има и ниже вредности CO₂ (< 1000 ppm), што су услови који не угрожавају респираторно здравље [223].

6. PM₁₀ Indoor/Outdoor ratio

Однос нумеричких вредности концентрација PM₁₀ измерених у ваздуху унутар датог затвореног простора и амбијенталног ваздуха изван истог, представља показатељ значајности извора загађења лоцираног у том простору, а што може варирати у зависности од самог извора и концентрације истог полутаната напољу. Полутанти могу мигрирати из спољњег у унутрашњи простор, па извори загађења амбијенталног ваздуха могу значајно повећати вредности полутанта унутар просторије. Битно је да је тај однос приближно 1,0, јер, уколико је однос PM₁₀IAQ/PM₁₀OAQ >1,0, то значи да постоје извори PM₁₀ унутар затвореног простора, поред већ регистрованих извора загађења у спољашњем простору [224].

в. Заузетост простора (у овом случају учионице)

Овај индикатор изражава се квантитативно јединицом мере m² простора/по детету. Јединица заузетости простора разматра се у скупу са другим показатељима термалног комфора, попут оптималне температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха и концентрације угљен-диоксида. Према ASHRAE стандарду, ови параметри би требало да имају следеће оптималне вредности:

- T°C = 18–23°C
- Релативна влажност ваздуха = 30–75% (40–75%)
- Заузетост простора = 2,2 m²/по детету

8. Спирометрија као метод за клинички део испитивања функције плућа ученика

Спирометрија, тј. мерење протока ваздуха у плућима у току максималног форсираног експиријума, представља неинвазивну технику за процену плућне функције.

Од укупног броја деце N=735, колико их је учествовало у истраживању, чији су родитељи одговарали на упитнике, спирометрији је, уз сагласност родитеља, приступило 543 деце. Сваком детету је детаљно описана цела процедура, пре њеног извођења. Такође, акту спирометрије претходио је детаљни интервју родитеља деце, у складу са стандардизованим упитником, о статусу респираторног и укупног здравља детета. Тест испитивања плућне функције изведен је у седећем положају детета, уз

стављање штитаљке на нос. Како би се избегао проблем варијабилитета добијених резултата, који настају код ангажовања различитих техничара и опреме [225], тестови су изведени од стране исте особе на истом портабл спирометру, на сваком локалитету, то јест у свакој од 10 школа. Код све деце коришћен је портабилни електронски тип спирометра (Spirolab II, MIR, Италија), компатибилан са стандардима ATS (*American Thoracic Society*) и ERS (*European Respiratory Society*).

Најчешће мерене вредности спирометријом, коришћене и у овом истраживању су:

- FEV1 – Форсирани експираторни волумен у једној секунди. Ова мера представља количину ваздуха издахнуту у првој секунди форсиране експирације. У случају нормалне функције плућа, могуће је издахнути готово сав ваздух из плућа, у једној секунди.
- FVC – Форсирани витални капацитет је укупна количина ваздуха издахнута у току брзог и што снажнијег експиријума, одмах након максималног инспиријума.
- FEV1/FVC (*Tiffeneau-Pinelli index*): израчунати однос који се користи у дијагностици опструктивне или рестриктивне болести плућа. Ова квантитативна вредност представља пропорцију пацијентовог виталног капацитета који је он у могућности да издахне у првој секунди форсираног експиријума, у односу на укупан витални капацитет.

Извор: [226]

9. Избор основних школа за истраживање

Избор географске локације школе и карактеристике локалитета

Истраживање је спроведено у 10 основних школа на административној територији Града Београда. Како би се на што целовитији начин сагледао утицај школске околине, а пре свега саобраћајног загађења ваздуха на ваздух затвореног простора школе, као и на респираторне симптоме код деце која их похађају, биране су школе са адресама на три различита типа локалитета у граду Београду.

Тип 1: Приградско насеље са мешаним урбано-руралним карактеристикама (3 школе)

Тип 2: Шира зона града са урбаним карактеристикама, близу саобраћајница (3 школе)

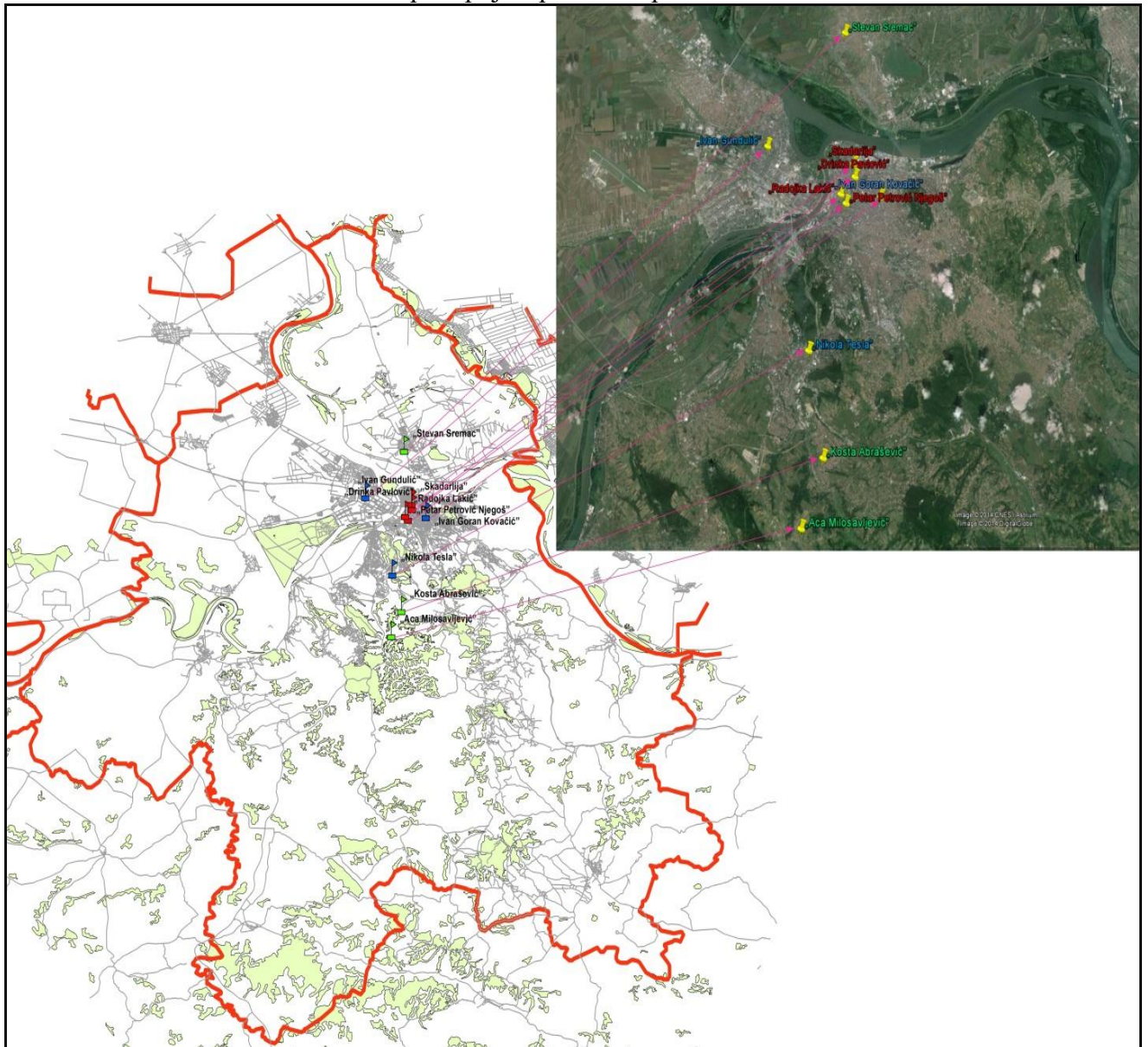
Тип 3: Централно градско језгро са доминантним прометним саобраћајницама
(4 школе)

Табела 7. GIS координате школа у којима је вршено истраживање са описом
околине истих

	Основна школа	Адреса и географске карактеристике школе	GIS координате	Шифра школе у бази
1.	„Аца Милосављевић”	Моравска (Школска) 7, Рушањ, приградско насеље руралног типа, испод Ибарске магистрале	44°41'01,10” N 20°26'20,86” E	1101
2.	„Стеван Сремац”	Борча 3. Трг Ослобођења 3, централна зона приградског насеља	44°52'20,13” N 20°27'18,7” E	1106
3.	„Коста Абрашевић”	13. октобра 82, Ресник	44°42'33,95” N 20°27'06,52” E	1102
4.	„Иван Гундулић”	Народних хероја 12, Урбана зона са фреквентним саобраћајем, Нови Београд	44°49'18,19” N 20°24'15,75” E	1110
5.	„Никола Тесла”	Др Миливоја Петровића 6, Раковица, шира територија града, неактивна индустријска зона	44°44'30,27” N 20°25'44,89” E	1103
6.	„Иван Горан Ковачић”	Војводе Бране 18а, урбана зона, изоловано од фреквентних саобраћајница	44°48'17,27” N 20°29'01,08” E	1104
7.	„Петар Петровић Његош”	Ресавска 6, централно градско језгро, прометна саобраћајница	44°48'16,20” N 20°27'43,91” E	1108
8.	„Радојка Лакић”	Александра Костића 1-7, централно градско језгро, између две прометне саобраћајнице, близу Главне железничке станице	44°48'21,72” N 20°27'21,81” E	1109
9.	„Скадарлија”	Француска 26, централно градско језгро, прометна саобраћајница, двориште према пешачкој зони	44°49'06,12” N 20°27'49,41” E	1105
10.	„Дринка Павловић”	Косовска 19, централно градско језгро	44°48'48,32” N 20°27'54,66” E	1107

Мапа број 2 приказује географски распоред школа на мапи града Београда (GIS), са нагласком на њихову припадност једној од три групе, у односу на близину прометних саобраћајница. Након ове интегрисане мапе следи детаљан опис локације сваке школе појединачно, са аспекта евентуалног присуства фактора ризика по респираторно здравље, којима деца могу бити изложена у току свог поновљеног вишечасовног боравка у датој школи.

Мапа 2. Географска дистрибуција свих школа укључених у истраживање на територији Града Београда



Детаљни опис локације и директног окружења школа из истраживања

Тип 1: Приградско насеље са мешаним урбано-руралним карактеристикама

У ову групу школа спадају три основне школе:

1. „Аца Милосављевић”, Моравска (Школска) 7, Рушањ
2. „Стеван Сремац”, Трг Ослобођења 3, Борча
3. „Коста Абрашевић”, 13. октобра 82, Ресник

1. Основна школа „Аца Милосављевић” лоцирана је у насељу Рушањ, на надморској висини од 188 метара. Топографски, школа је смештена на ободу урбаног дела насеља,

наслањајући се на почетак зоне са пољопривредним земљиштем. Могући извор загађења амбијенталног ваздуха је саобраћај из околних локалних саобраћајница, као и продукти сагоревања фосилних горива из околних кућних ложишта, пре свега, дрва.

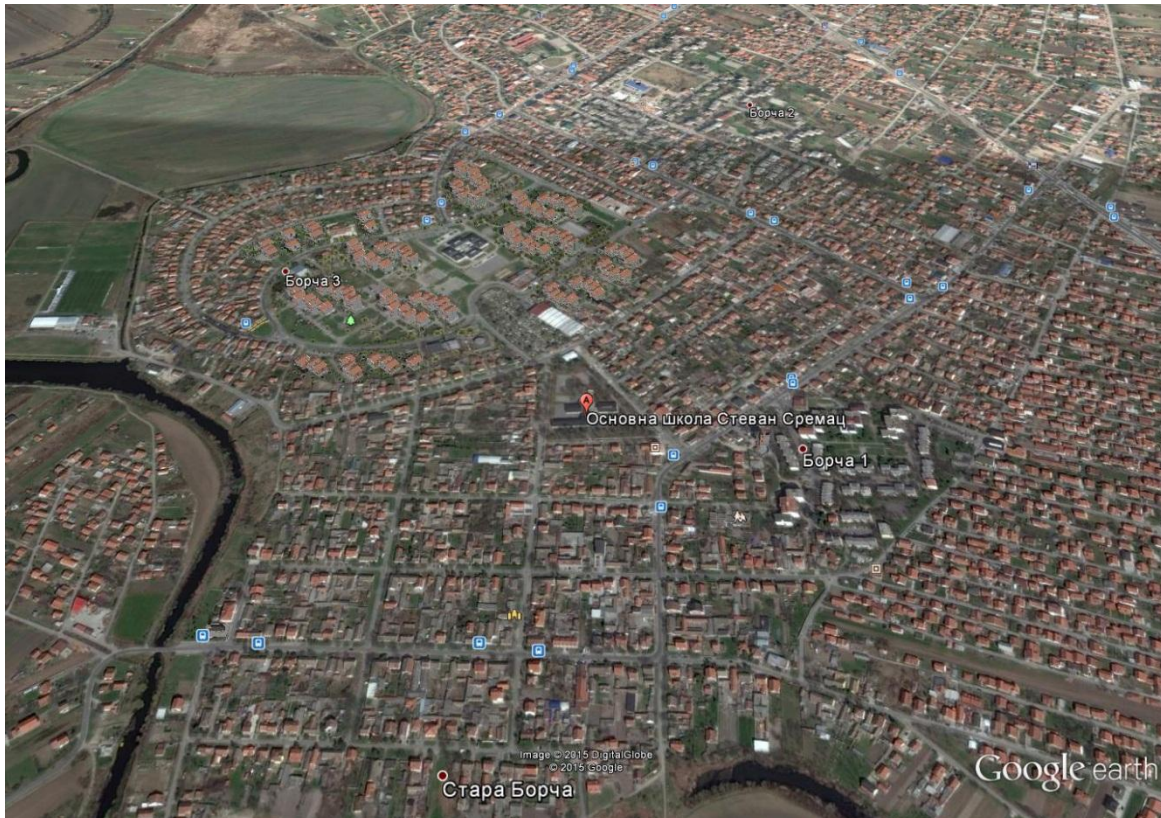
Рушањ је насеље у градској општини Чукарица у граду Београду. Удаљено је 16 км од центра Београда. Најближе насеље је Ресник, удаљено 2 км од центра Рушња. Ово насеље налази се непосредно уз Ибарску магистралу.

Мапа 3. Географска позиција ОШ „Аца Милосављевић”



2. Основна школа „Стеван Сремац” лоцирана је у насељу Борча, на територији општине Палилула, у зони левог дунавског приобаља „Дунавски Венац”. Подељено на шест центара и стари део Борче и насеље Црвенка. Центар 1 је најстарији центар Борче, где су смештени школа „Стеван Сремац”, Дом здравља, Месна заједница, ватрогасни дом и полицијска станица. Ова локација има сва обележја административне урбане зоне, тако да су могући извори загађења амбијенталног ваздуха саобраћај и индивидуална кућна ложишта на чврста фосилна горива. Налази се на надморској висини од 72 м. Насеље Борча налази се на левој обали Дунава, западно од пута који води од Београда ка Зрењанину. Удаљено је од Београда шест километара.

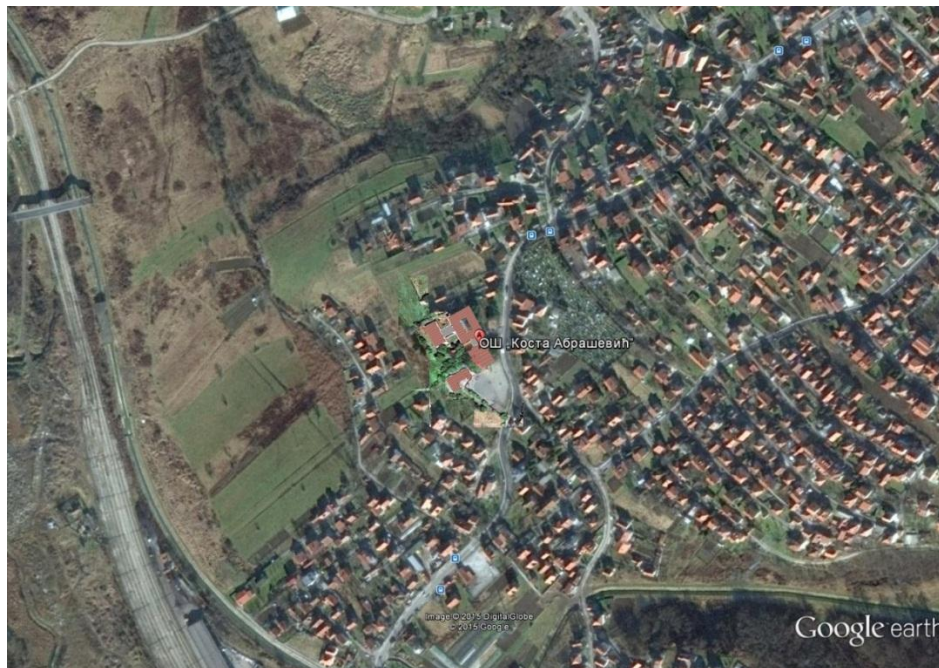
Мапа 4. Географска позиција ОШ „Стеван Сремац”



3. Основна школа „Коста Абрашевић” лоцирана је у насељу Ресник, београдске општине Раковица. Насеље се већим делом налази на брду (тзв. Ресник Брдо) које је део Авалског планинског масива. Школа је смештена на надморској висини од 99 м. Школу са једне стране, окружује прометна саобраћајница, док је са друге обод пољопривредне зоне насеља, од којег је иста одвојена парковским растињем.

Насеље Ресник је уједно најјужнија урбана тачка Београда и најсеверније рурално насеље Шумадије. Ресник се налази на саобраћајници Кружни пут, а кроз њега пролази Беовоз, железничка пруга Београд-Ниш, пруга Београд-Пожаревац, и пруга Београд-Бар, ту је железничка станица Ресник. Недавно је асфалтним путем Ресник повезан са оближњом Пиносавом, као и са селом Рушањ, тј. са Ибарском магистралом.

Мапа 5. Географска позиција ОШ „Коста Абрашевић”



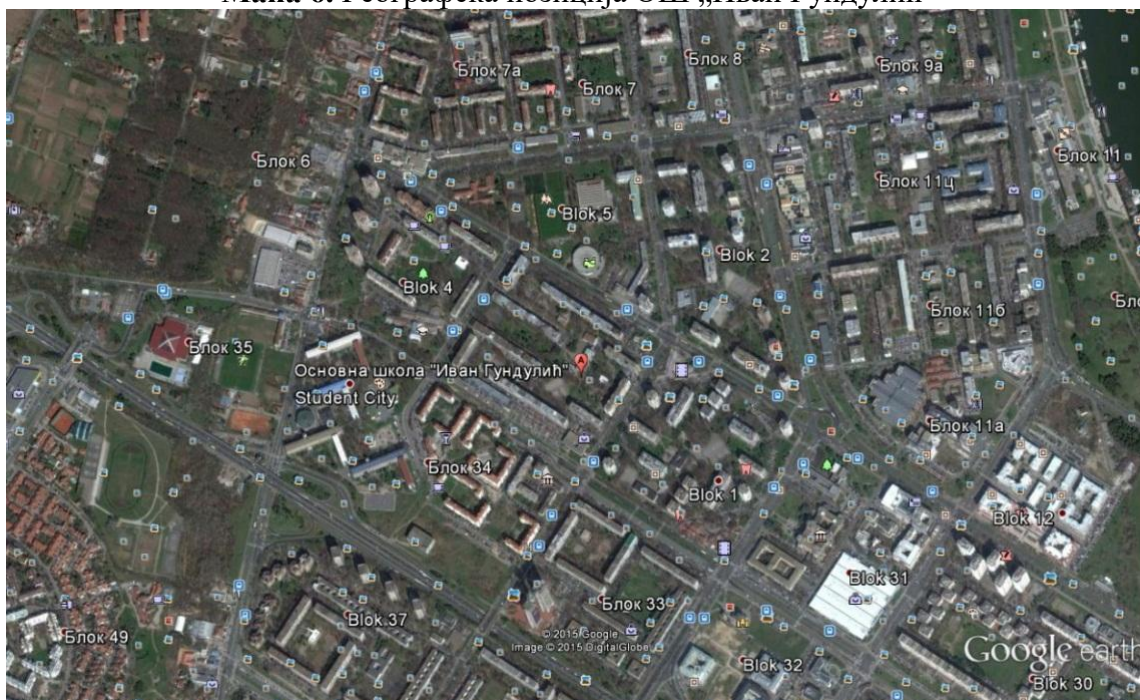
Тип 2: Ши́ра зона града са урбаним карактеристикама, у близини саобраћајница

У ову групу школа спадају три основне школе:

4. „Иван Гундулић”, Народних хероја 12, Нови Београд, урбана зона са фреквентним саобраћајем
5. „Никола Тесла”, Др Миливоја Петровића 6, Раковица, ши́ра територија града, неактивна индустријска зона
6. „Иван Горан Ковачић”, Војводе Бране 18а, урбана зона, изоловано од фреквентних саобраћајница.

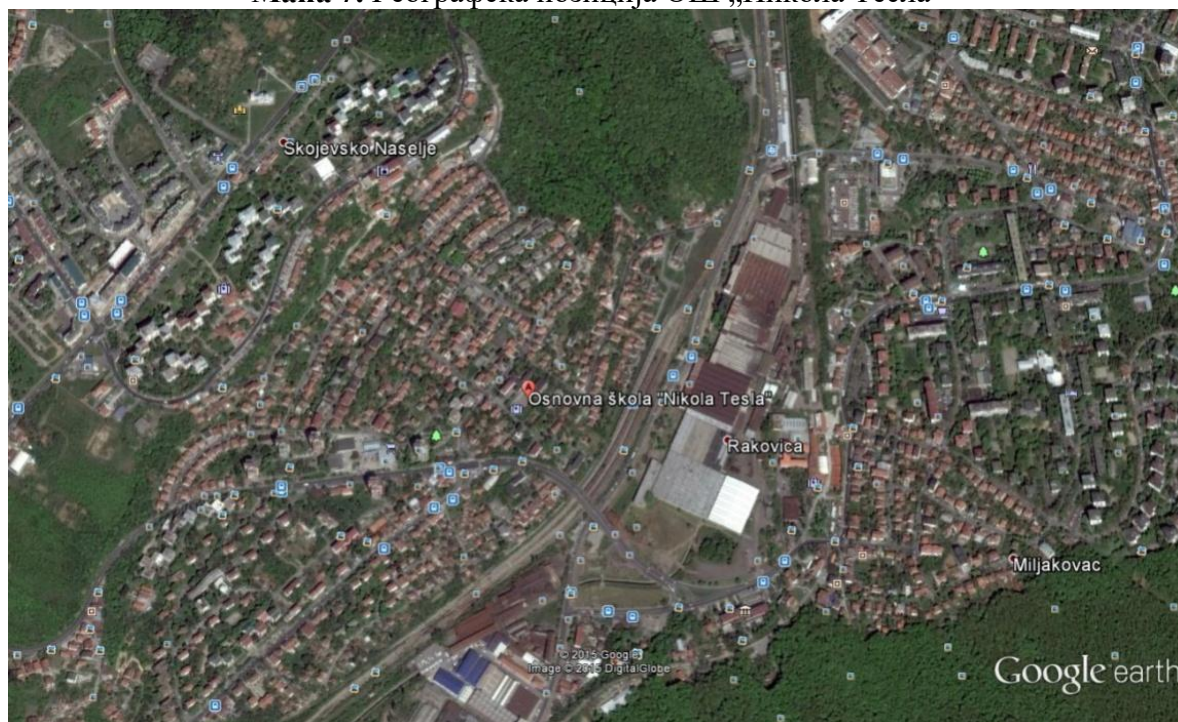
4. Основна школа „Иван Гундулић”, Народних хероја 12, Нови Београд. Ова основна школа смештена је у новобеоградском Блоку 3, једном од првих стамбених блокова изграђених на територији Новог Београда, 1960-их година. У њеном непосредном окружењу су парковско зеленило и стамбене зграде, који су, уједно, и физичка баријера према околним изузетно прометним саобраћајницама: Улица Париске комуне, Булевар Зорана Ђинђића и Улица Студентска. Све три улице оптерећене су аутомобилским и аутобуским саобраћајем. Посебно битан детаљ је да улица Париске комуне представља трасу повезивања правца са Бранковог моста (стари Београд) и правца аутопута Е75 Београд-Загреб, као и пут за Аеродром „Никола Тесла” у Сурчину.

Мапа 6. Географска позиција ОШ „Иван Гундулић”



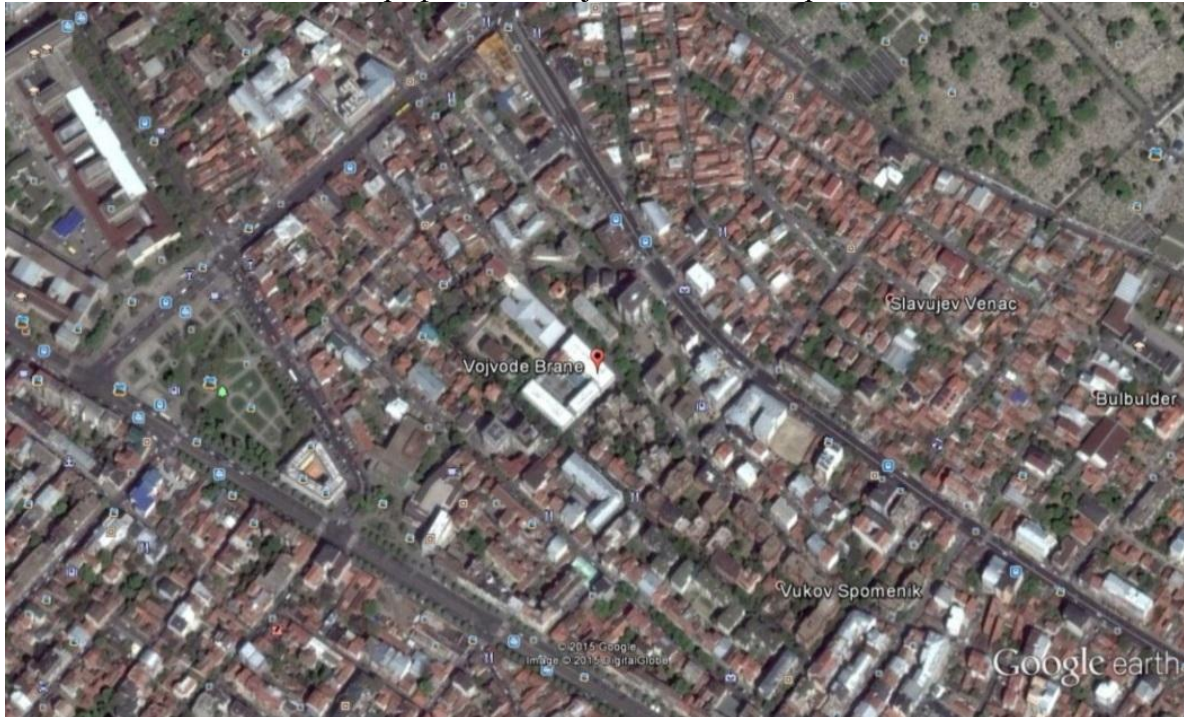
5. Основна школа „Никола Тесла”, Др Миливоја Петровића 6, Раковица, Београд. Ова основна школа смештена је у градском насељу Раковица (општина Раковица) у Граду Београду. Школа је лоцирана у средишту урбаног дела насеља Раковица, при чему су стамбене зграде које је окружују по типу приватних једносратница, што омогућава ваљану циркулацију ваздушних маса. Такође, гледано са аспекта географског положаја, територија на којој је школа је на средини између два градска зелена појаса, шуме Кошутњак и Миљаковачке шуме. Једини потенцијални извор загађења ваздуха од значаја за здравље деце која је похађају је високофреквентни саобраћај у две околне веће улице: Улица Патријарха Димитрија и Улица Пилота Михаила Петровића. Такође, железничка станица Раковица налази се у Улици Патријарха Димитрија.

Мапа 7. Географска позиција ОШ „Никола Тесла”



6. Основна школа „Иван Горан Ковачић”, Војводе Бране 18а, урбана зона, изоловано од фреквентних саобраћајница. Парадоксално, иако од школе до прометних улица у њеном окружењу, попут Рузвелтове, Улице Димитрија Туцовића и Булевара Краља Александра нема више од 800 м раздаљине, сама зграда школе је окружена мирним резиденцијалним кварталом, где је једини извор загађења ваздуха аутомобилски саобраћај, јер улице у њеном директном окружењу немају капацитет да прихвате аутобуски или теретни саобраћај. Школа се налази, условно речено, у „ширем центру града”, с обзиром да је од „круга двојке”, који представља демаркациону линију ужег градског језгра, удаљена само пар стотина метара.

Мапа 8. Географска позиција ОШ „Иван Горан Ковачић”



Тип 3: Централно градско језгро са доминантним прометним саобраћајницама

Карактеристично за локацију ових школа је територијална припадност ужем градском језгру Града Београда (унутар или покрај „круга двојке”), са свим урбаним обележјима, а пре свега, близином прометних саобраћајница.

У ову групу школа спадају:

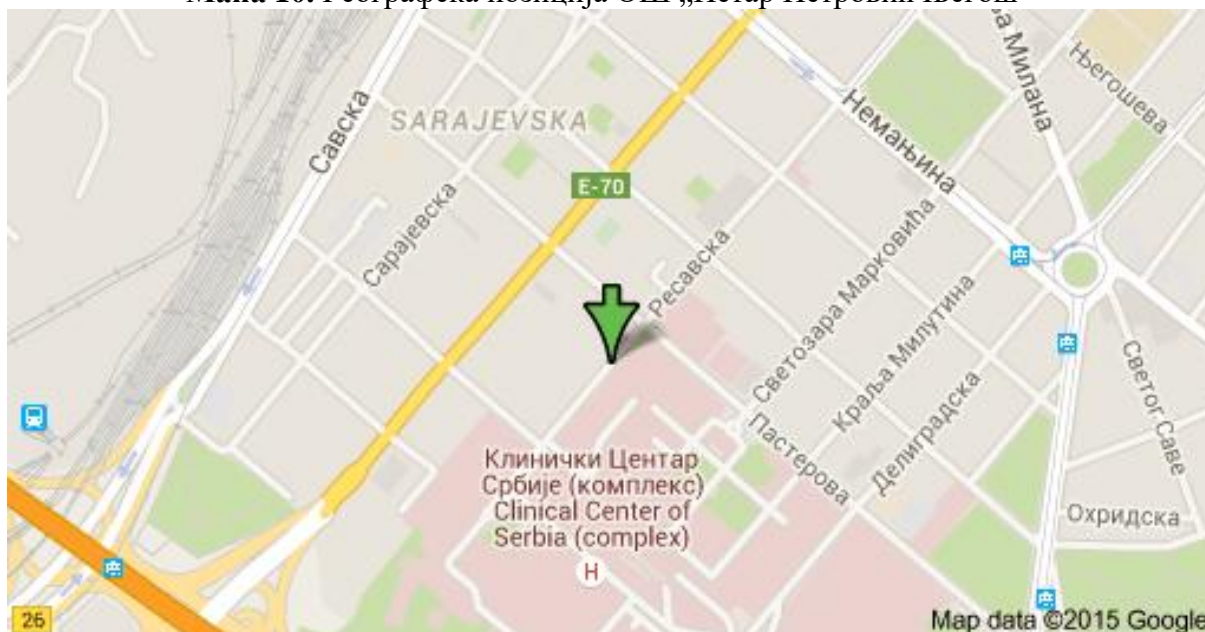
7. „Петар Петровић Његош”, Ресавска 6, централно градско језгро, прометна саобраћајница
8. „Радојка Лакић”, Александра Костића 1-7, централно градско језгро, између две прометне саобраћајнице, близу Главне железничке станице
9. „Скадарлија”, Француска 26, централно градско језгро, прометна саобраћајница, двориште према пешачкој зони
10. „Дринка Павловић”, Косовска 19, централно градско језгро, у близини две мерне станице за континуирано праћење параметара саобраћајног загађења ваздуха, чију локацију је одредила близина Тунела, према Новом Београду.

Мапа 9. „Круг двојке”, Београд



7. Основна школа „Петар Петровић Његош”, Ресавска 6. Школа је лоцирана у централном градском језгру, у близини пространих прометних саобраћајница, попут улица Немањина (граница „круга двојке”), Кнеза Милоша и Булевар Ослобођења, које су изузетно оптерећене, поред аутомобилског и аутобуским саобраћајем. Значај улице Кнеза Милоша је у томе што повезује две битне међународне саобраћајнице, Е-75 и Е-70 (правац Ниш-Београд-Загреб) са Зрењанинским путем, који води ка Румунији). У непосредној близини школе налази се неколико амбасада, као и почетак клиничко-болничког блока од великог значаја не само за Град Београд, већ и целу Републику Србију (Клинички центар Србије), од којих су најближи Реуматолошки Институт и Универзитетска Дечија клиника у Тиршовој улици. Ови детаљи нису без значаја, с обзиром да се, управо због посета овим институцијама, саобраћај, који је ионако фреквентан, битно успорава, што утиче на повећану емисију издувних гасова из моторних возила. Оно што такође може представљати значајан ризик по респираторно здравље деце која похађају ову школу је и чињеница да у окружењу школе има стамбених објеката који нису повезани на систем даљинског грејања, већ имају индивидуалне котларнице, које су препознати извор штетних емисија у амбијентални ваздух.

Мапа 10. Географска позиција ОШ „Петар Петровић Његош”



8. Основна школа „Радојка Лакић”, Александра Костића 1-7, централно градско језгро, између две прометне саобраћајнице, близу Главне железничке станице.

Ова школа лоцирана је између следећих улица:

- Немањина (улица кањонског типа) – два вида градског саобраћаја: аутобуски и трамвајски; индивидуална возила;
- Савска улица: ова улица представља везу између две битне трансверзале за теретни и путнички саобраћај, као што су Аутопут (E75) и Дунавска улица, којима се повезују путни правци преко моста „Газела” са оним преко Панчевачког моста. Такође, та улица је улазни правац за путничке аутобусе до завршне станице на БАС (Београдској аутобуској станици). Услед тога, заступљени су сви видови моторних возила (теретни камиони, аутобуси, аутомобили).
- Сарајевска улица: улица између Савске улице и Кнеза Милоша. Кроз обе улице пролази траса неколико градских и приградских аутобуских линија. Теретни саобраћај кроз њу је забрањен. У самој Савској улици саобраћај је најпрометнији, баш у време рада школе, са тенденцијом опадања фреквенције након 19 часова.

Иако је адреса школе у непосредној близини поменуте три прометне саобраћајнице, сама улица Александра Костића је мирна и без тешког саобраћаја, из разлога што је,

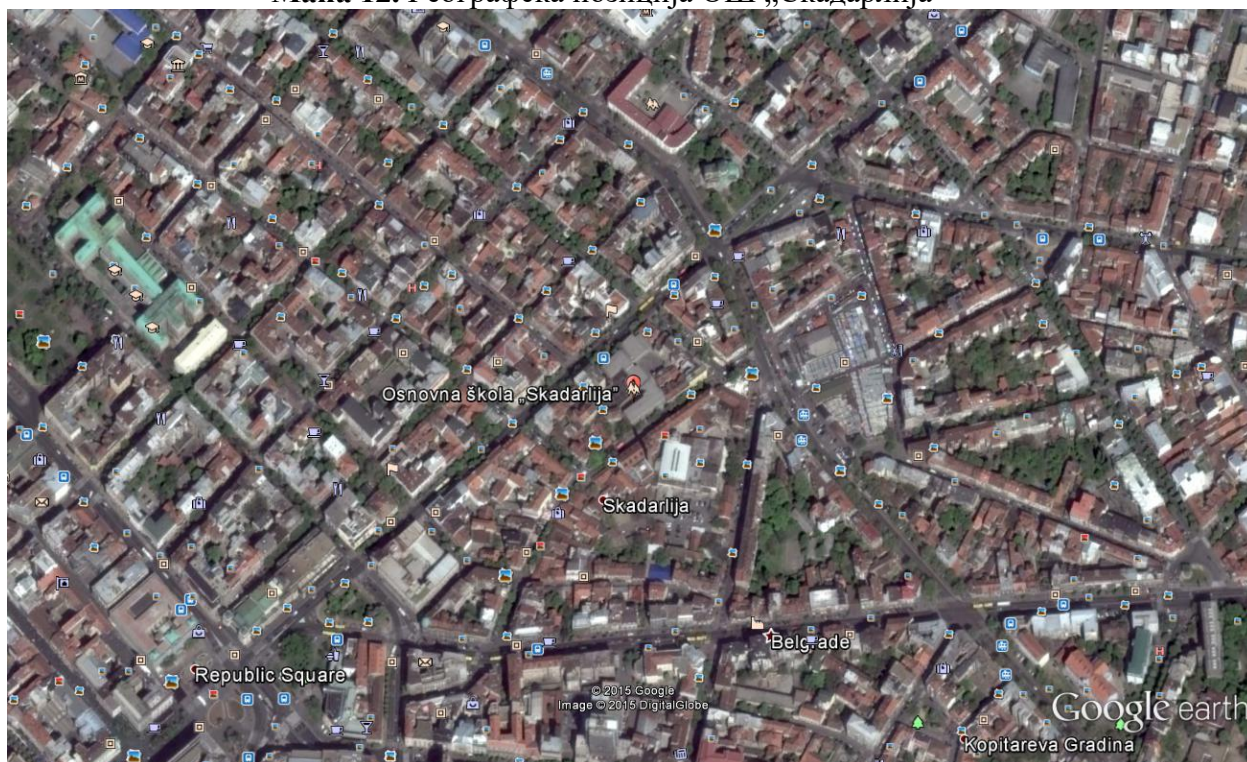
наспрам основне школе лоцирана и Специјална болница за цереброваскуларна обољења „Свети Сава”.

Мапа 11. Географска позиција ОШ „Радојка Лакић”



9. Основна школа „Скадарлија”, Улица Француска 26, централно градско језгро, прометна саобраћајница, двориште према пешачкој зони. Основна школа „Скадарлија” налази се у Француској улици, у близини њене раскрснице са Улицом Цара Душана (200 м). Испред саме школе је аутобуско стајалиште за неколико градских линија. Оближња улица Цара Душана представља северну границу, такозваног „крuga двојке”, то јест ужег градског језгра, са веома фреквентним аутомобилским, аутобуским и трамвајским саобраћајем. Неких 300 м од школе налази се и бензинска пумпа. Школско двориште окренуто је према пешачкој зони боемске четврти „Скадарлија”.

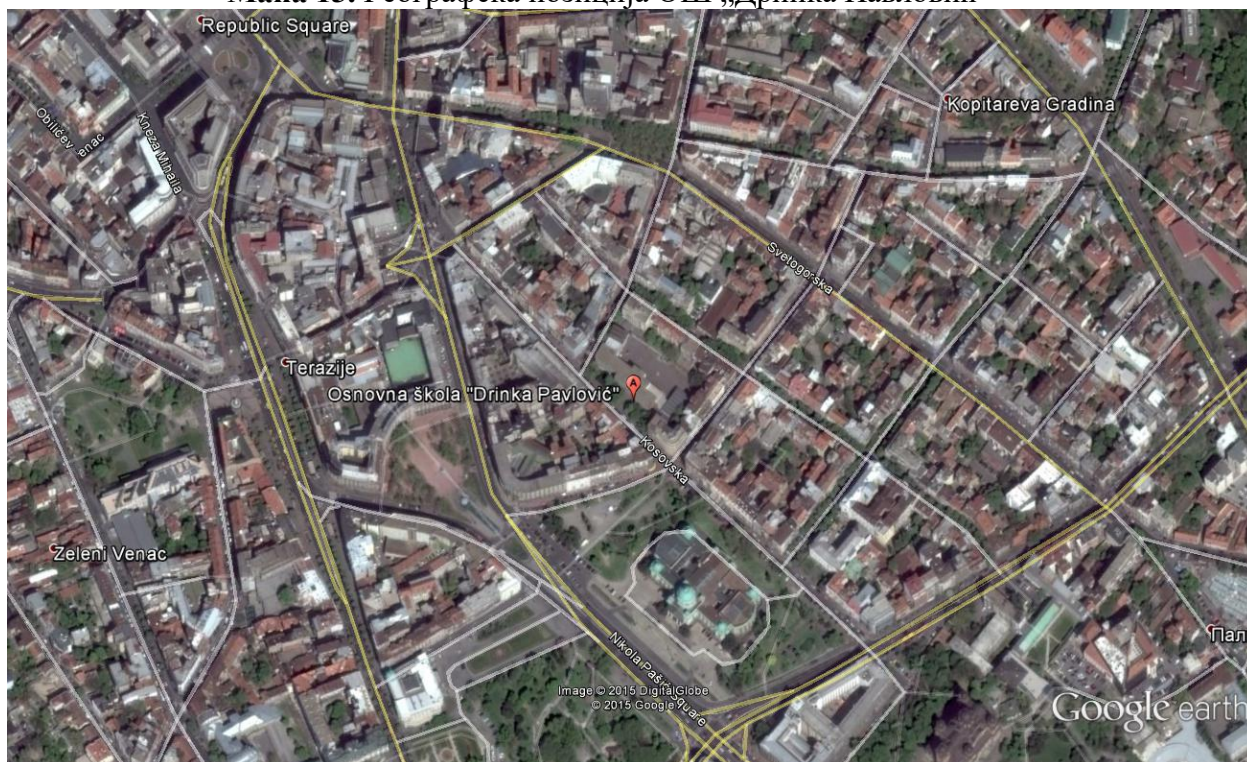
Мапа 12. Географска позиција ОШ „Скадарлија”



10. Основна школа „Дринка Павловић”, Косовска 19, централно градско језгро. Ова основна школа смештена је у најужем центру Града Београда, у непосредној близини Трга Николе Пашића и Улице Теразије, који се у сваком погледу сматрају централним градским тачкама. Косовска улица је типична улица кањонског типа и представља везу између Теразијског тунела и Улице Таковске, чији правац води даље, преко улице Деспота Стефана (раније 29. новембра) ка Панчевачком мосту, тј. Банату.

Оно што локацију школе чини посебном је чињеница да се у њеној непосредној близини налазе две мерне тачке, на којима се у вишегодишњем низу мери загађење ваздуха пореклом од саобраћаја, тачније мерно место „Скупштина” и мерно место „Тунел”. Оба мерна места спадају у Зону 1, урег градског језгра, а на којима константно фигурирају повишене вредности свих праћених показатеља загађења. Мерења врши Институт за јавно здравље Србије за Градски секретаријат за заштиту животне средине. Значај поменутих детаља је у томе што су управо те чињенице помогле у избору ове школе за учешће у истраживању које је предмет тезе.

Мапа 13. Географска позиција ОШ „Дринка Павловић”



Рад инструмената за узорковање и мерење показатеља квалитета ваздуха и термалног комфора

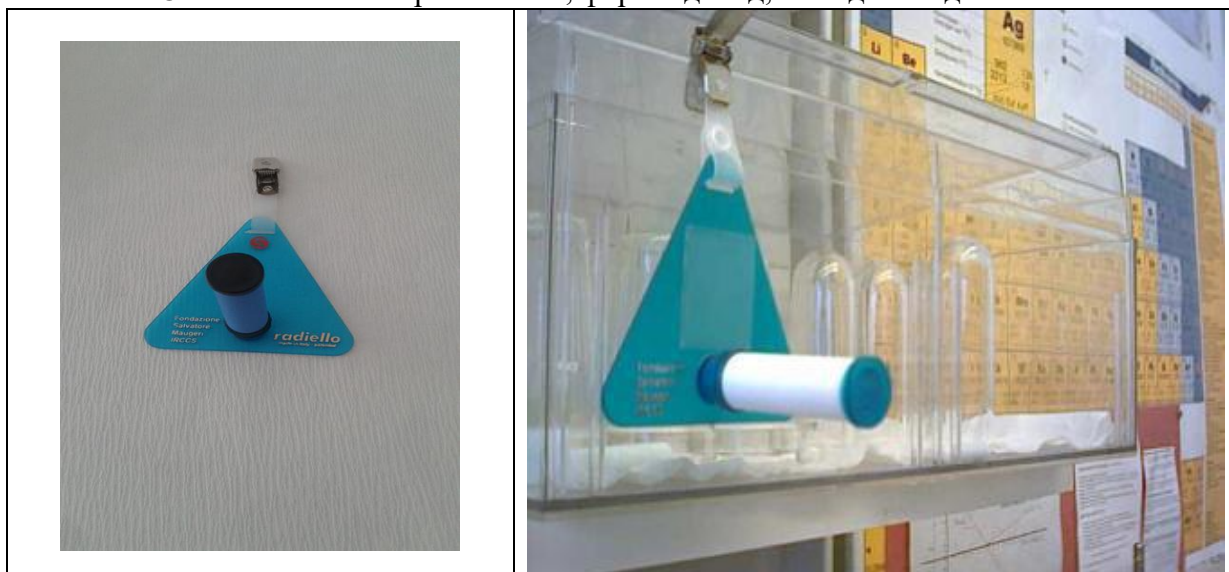
Инструмент №1 - HONEYWELL IAQ/PROBE



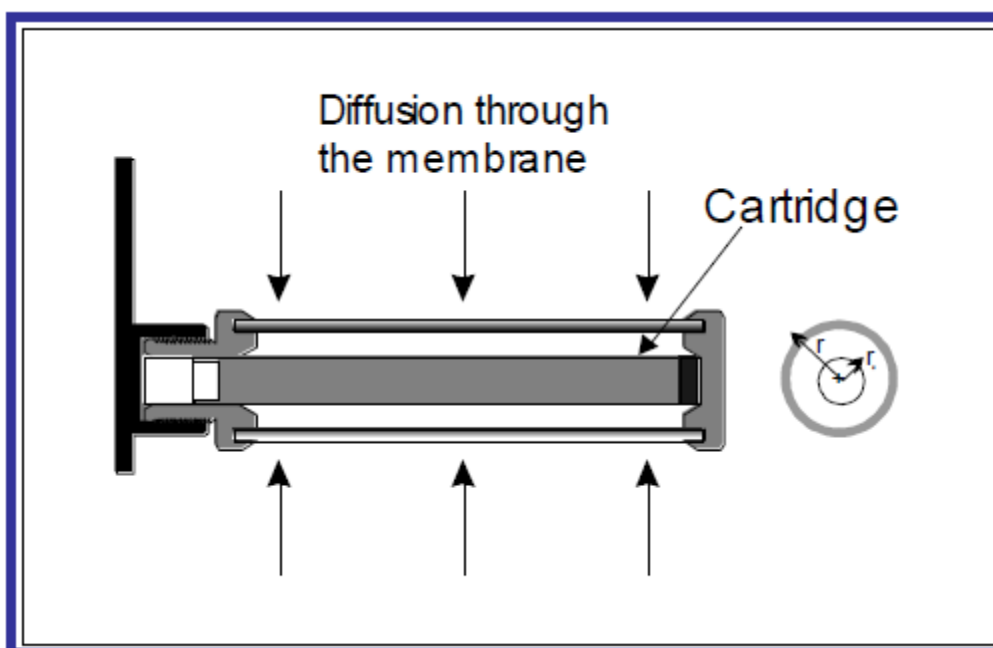
Овим инструментом врше се симултана континуална мерења основних параметара термалног комфора затвореног простора: температура, влажност ваздуха, CO, CO₂. Резултати мерења се у реалном времену читавају на LCD дисплеју. Сви подаци се депонују у data-logger делу софтвера који је компатибилан са Windows оперативним системом, што му омогућава аутоматски пренос учитаних података на РС. Након тога, софтвер за управљање подацима анализира добијене информације и компилира их у лако разумљиви формат. Сва витална статистика бива сортирана у временском следу, по данима.

Инструмент N°2: RADIELLO пасивни семплер

RADIELLO: пасивни семплер за бензен, формалдехид, азот-диоксид



За узорковање бензена, формалдехида и азот-диоксида, коришћен је Radiello пасивни семплер. Овај инструмент састоји се од троугласте пластичне базе на коју се фиксира кертриџ за узорковање. Ваздух улази у кертриџ путем дифузије, са обе слободне стране. Шематски принцип рада овог инструмента приказан је на слици 5, која следи.



Слика 5. Принцип узорковања ваздуха пасивним семплером Radiello

Семплер се претходно постави на место које одговара следећим дефинисаним стандардима, када је узорковање ваздуха у затвореном простору у питању:

- одмакнуто од зидова просторије 1–2 m.
- стављено на висину од 1,5 m од пода
- 1 место узорковања/по учионици
- не на директну светлост (Сунчеве зраке)
- не близу извора топлоте
- не близу вентилационог система (клима уређај)
- не близу потенцијалног извора загађења.

Инструмент N° 3: HAZ-DUST EPAM-5000 (*Environmental Particle Air Monitor*) је преносиви монитор честичног загађења ваздуха (PM), који омогућава одређивање концентрација честица у реалном времену, са могућношћу пребацивања на жељену димензију честица, од TSP (укупне суспендоване честице), PM₁₀, PM_{2.5}, па до PM_{1.0}. Време мониторинга има широки опсег од 1 секунде до 15 месеци. Учесталост узорковања се може подесити на следеће временске интервале: 1 sec., 10 sec., 1 min. и 30 min. Што се похрањивања података тиче, софтвер овог инструмента прима податке за 21.600 уноса података. Могуће је меморисање података и за период дужи од 5 година.



Слика 6. HAZ-DUST EPAM-5000 за узорковање честица

Методe чишћења учионица – средства за чишћење

Моп (енгл. mop) – чишћење пода се обавља потапањем текстилне крпе, четке у воду са хигијенским средством, цеђењем исте и потом прањем глатких површина, пре свега, подних. Негативне последице оваквог метода чишћења може бити повећање честичног садржаја на поду и у ваздуху (ресуспензијом), уколико се крпа недовољно испере.

У овом истраживању, чишћење мопом се сврстава у комбиновану методу чишћења, с обзиром на коришћење воде и неког хемијског средства.

Варикина (енгл. bleach) – учестали назив за хемијско средство за чишћење са високим садржајем хлорних једињења. С обзиром на свој хемијски састав, ова средства могу деловати снажно иритантно на слузнице очију и горњих партија респираторног система, па и код ученика, уколико је учионица чишћена непосредно пред њихов улазак у учионицу.

4. РЕЗУЛТАТИ

С обзиром да је ова докторска дисертација производ једног свеобухватног истраживања школске средине, са применом различитих метода истраживања, а што је дало велики број резултата из више тематских области, исти ће бити евалуирани у тексту дисертације у склопу неколико тематских целина, и то:

4.1. Резултати добијени анализом одговора из три стандардизована упитника

- Демографске карактеристике ученика и родитеља укупно и према школама
- Карактеристике учионице (пасивне и активне)
- Карактеристике школа

4.2. Резултати мерења квантитативних показатеља

- Карактеристике квалитета ваздуха у укупном узорку (вредности и корелације)
- Карактеристике квалитета ваздуха у свакој од школа (вредности и корелације)
- Елементи термалног комфора (вредности и корелације)

4.3. Респираторни симптоми код испитиваних ученика из Упитника за родитеље/старатеље и корелација са измереним вредностима полутаната

4.4. Утицај социо-економског статуса и стила живота на појаву респираторних сметњи

4.5. Резултати спирометрије

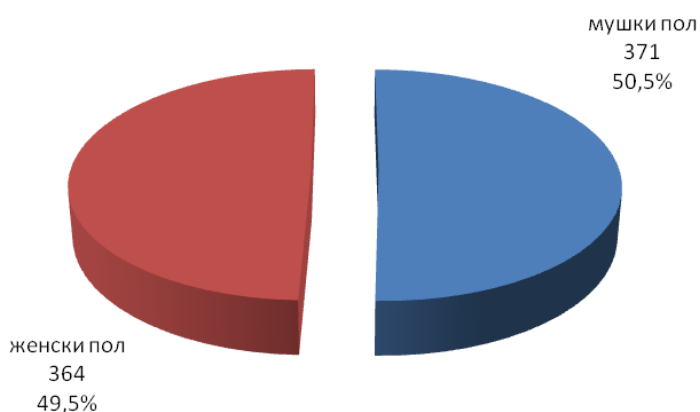
4.6. Предикторска анализа

4.1. РЕЗУЛТАТИ ДОБИЈЕНИ АНАЛИЗОМ ОДГОВОРА ИЗ ТРИ СТАНДАРДИЗОВАНА УПИТНИКА

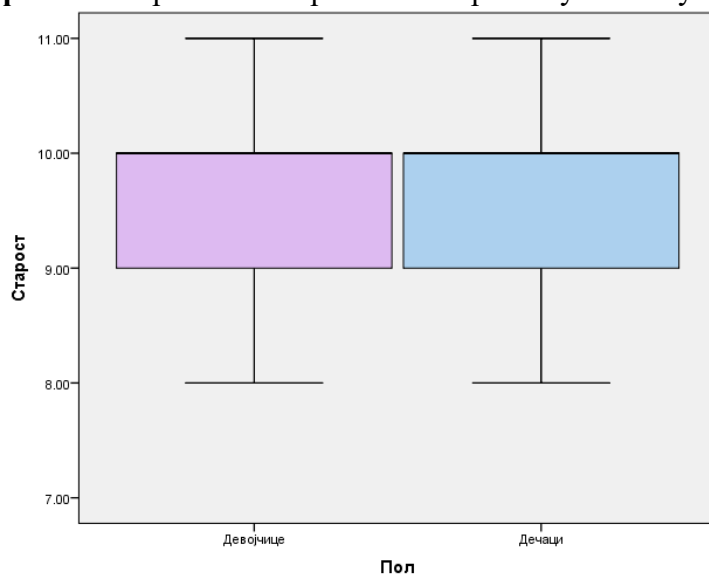
4.1.1. Демографске карактеристике ученика и родитеља укупно и према школама

У раду је обухваћено 735 ученика из 10 београдских основних школа; од тога је било 364 (49,5%) девојчица и 371 (50,5%) дечака ($p=ns$).

Графикон 1. Дистрибуција анкетираних према полу



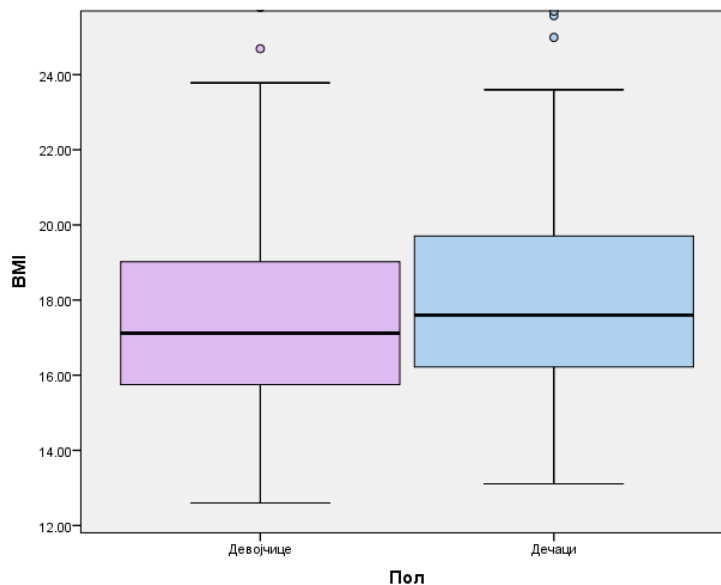
Графикон 2. Просечна старост анкетираних ученика укупно



Просечна старост испитиване деце износила је $9,34 \pm 0,7$ година. Код дечака је просечна старост била $9,84 \pm 0,64$ година, а код девојчица $9,77 \pm 0,68$ година.

Међу половима није доказана статистички значајна разлика, то јест, дечаци су незнатно старији. Просечна висина деце обухваћене истраживањем (у даљем тексту „деца обухваћена истраживањем” мења се са „деца”) је износила $142,59 \pm 8,52$ cm; просечна висина код дечака износила је $142,69 \pm 7,97$ cm, а код девојчица $142,48 \pm 9,06$ cm, без значајније разлике међу половима.

Графикон 3. Просечан ВМІ анкетираних ученика укупно



Укупна просечна ухрањеност (ВМІ) износи $17,85 \pm 2,67$.

Просечна старост мајке међу анкетираним ученицима износила је $38,08 \pm 5,38$ година, док је просечна старост очева међу анкетом обухваћенима износила $41,64 \pm 6,17$ година. Међу децом, $57,5\%$ ученика су, уједно, били прва мајчина изнесена трудноћа. Пушење у трудноћи практиковало је $2/3$ мајки (75%). Пре термина се породило њих $13,4\%$. Чак $87,4\%$ мајки је дојило децу, међу анкетираним ученицима.

Плућне инфекције до две године имало је $14,4\%$ деце.

Карактеристике анкетираних ученика према школи

У раду је обухваћено 735 ученика из 10 београдских школа, а дистрибуција према школи коју похађају приказана је у табели која следи.

Табела 8. Дистрибуција анкетираних према старости, полу, ВМІ и школи коју похађају

ОШ	Број ученика	Старост (године)		ВМІ		Пол	
		Просек	SD	Просек	SD	Мушко	%
„Аца Милосављевић”	95	9,24	0,82	17,99	3,14	54	54,50
„Коста Абрашевић”	66	8,85	0,5	16,73	1,95	35	51,50
„Никола Тесла”	74	9,09	0,34	18,44	2,77	40	51,90
„Иван Горан Ковачић”	61	9,15	0,44	18,22	3,05	28	45,90
„Скадарлија”	76	9,39	0,63	17,34	2,12	44	56,40
„Стеван Сремац”	75	9,28	0,45	17,99	2,45	38	49,40
„Дринка Павловић”	50	9,12	0,48	17,15	1,84	24	45,30
„П. Петровић Његош”	74	9,46	0,85	18,22	3,06	37	48,70
„Радојка Лакић”	64	9,86	0,59	17,93	2,67	29	45,30
„Иван Гундулић”	80	9,88	0,79	18,09	2,67	42	51,20
Укупно	715	9,34	0,7	17,85	2,67	371	51,89
ANOVA тестирање	F=18,985; p<0,000***			F=2,109; p<0,027*		$\chi^2=3,841$, p=0,922	

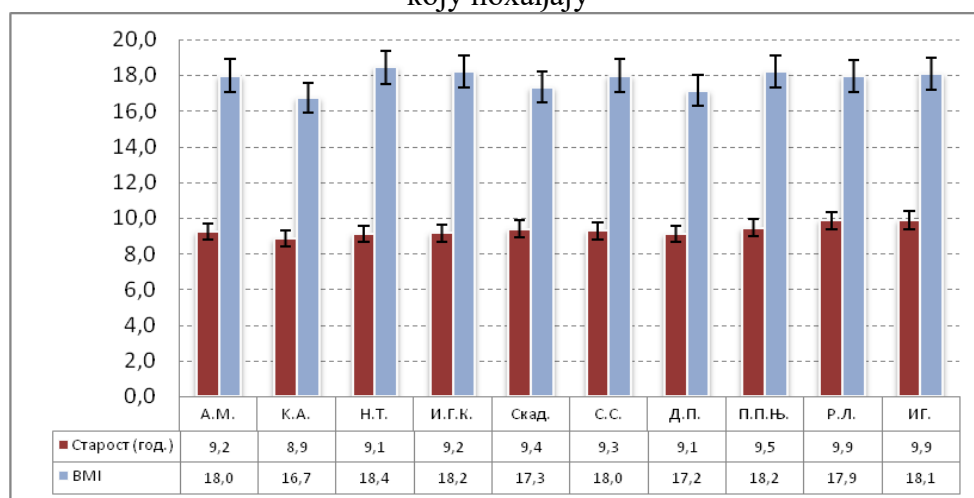
*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Није доказана значајнија разлика у заступљености према половима међу 10 анализираних школа ($\chi^2=3,84$, p=0,922). Просечна старост деце је између 8,85±0,50 година у школи „Коста Абрашевић” до 9,88±0,79 година у школи „Иван Гундулић”. Укупна просечна старост износи 9,34±0,7 година.

Доказана је статистички значајна разлика у просечној старости деце међу ученицима 10 анализираних школа (F=18,985, p<0,000).

Просечна ВМІ деце је између 16,73±1,95 у школи „Коста Абрашевић” до 18,44±2,77 у школи „Никола Тесла”. Укупни просечни коефицијент ухрањености (ВМІ) износи 17,85±2,67.

Графикон 4. Просечна старост и просечан ВМІ анкетираних ученика према школи коју похађају



Просечна старост деце износила је $9,34 \pm 0,7$ година. Код дечака је просечна старост била $9,84 \pm 0,64$ година, а код девојчица $9,77 \pm 0,68$ година, односно у односу на школу коју похађају између $8,85 \pm 0,50$ година у школи „Коста Абрашевић” до $9,88 \pm 0,79$ година у школи „Иван Гундулић”.

Међу половима није доказана статистички значајна разлика, дечаци су незнатно старији. Међу школама је доказана статистички значајна разлика у просечној старости деце, ($F=18,985$, $p<0,000$).

Просечна висина деце износила је $142,59 \pm 8,52$ cm; код дечака је просечна висина износила $142,69 \pm 7,97$ cm, а код девојчица $142,48 \pm 9,06$ cm, без значајније разлике међу половима.

Укупна просечна ухрањеност (ВМІ) износи $17,85 \pm 2,67$. Просечна ВМІ деце је између $16,73 \pm 1,95$ у школи „Коста Абрашевић”, што је уједно и школа са најнижим вредностима ВМІ, до $18,44 \pm 2,77$ у школи „Никола Тесла”, где је највиши ВМІ.

Доказана је статистички значајна разлика у просечној ВМІ деце, међу ученицима 10 анализираних школа ($F=2,109$, $p<0,027$).

Демографске карактеристике родитеља – укупно и према школи

Упитник са подацима о досадашњем здрављу детета, са акцентом на дијагностиковане поремећаје респираторног здравља, као и на податке о условима становања, за свако дете је попуњавао родитељ/старатељ.

Просечна старост мајки испитиване деце је између $36,05 \pm 5,04$ година до $40,27 \pm 4,46$ година, док за оца она износи између $39,35 \pm 5,69$ година до $43,517 \pm 5,45$ година.

Доказана је статистички значајна разлика у просечној старости мајки, међу ученицима 10 анализираних школа ($F=6,066$, $p<0,000$). У просеку су најстарије мајке деце из ОШ „Дринка Павловић”, а најмлађе из ОШ „Аца Милосављевић”, док су у просеку најстарији очеви деце из ОШ „Дринка Павловић”, а најмлађи из ОШ „Стеван Сремац” ($F=3,341$, $p<0,001$). Дистрибуција старости оца и мајке приказана је у табели 9.

Табела 9. Дистрибуција према старости родитеља анкетиране деце – према школама

ОШ	Старост мајке		Старост оца	
	Просек	SD	Просек	SD
„Аца Милосављевић”	36,05	5,04	40,26	6,10
„Коста Абрашевић”	36,51	4,81	40,69	6,71
„Никола Тесла”	38,05	4,00	41,29	4,19
„Иван Горан Ковачић”	37,36	5,82	41,98	7,85
„Скадарлија”	39,50	5,47	43,21	6,38
„Стеван Сремац”	36,35	5,07	39,35	5,69
„Дринка Павловић”	40,27	4,46	43,51	5,45
„Петар Петровић Његош”	38,80	5,62	42,73	5,74
„Радојка Лакић”	39,75	6,24	42,56	7,07
„Иван Гундулић”	39,06	5,28	41,79	5,49
Укупно	38,08	5,38	41,64	6,17
ANOVA тестирање	F=6,066; p<0,000***		F=3,341; p<0,001***	
*<0,05	**<0,01	***<0,001		

Степен едукације родитеља – укупно

Степен едукације родитеља приказан је у табели која следи. Очеви чешће имају средњу стручну спрему (47,3% vs 41%), а мајке чешће имају високо образовање (39,5% vs 34,8%). Код оба родитеља доказана је статистички значајна разлика у степену

образовања ($p < 0,001$). И мајке, као и очеви, најчешће имају степен образовања виши од основног, односно средњу стручну спрему, високо и више образовање (табела 10).

Табела 10. Дистрибуција анкетираних према степену образовања родитеља

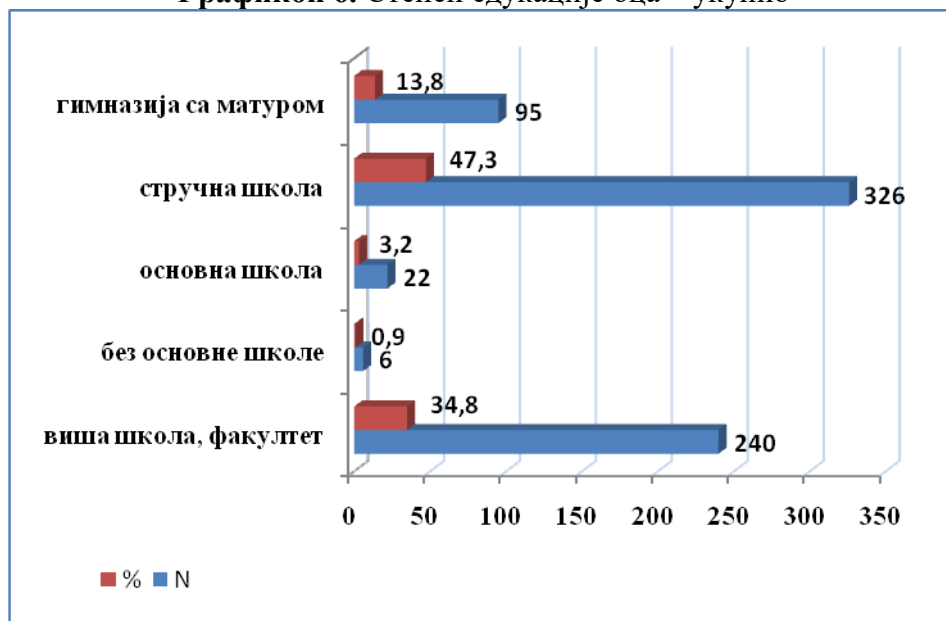
Едукација		Укупно	%	χ^2 , sign.p
мајка	Без основне школе	10	1,4	514,39 0,0001
	Основна школа	35	5,1	
	Средња стручна школа	284	41,0	
	Гимназија (са матуром)	90	13,0	
	Виша школа, универзитет	273	39,5	
Укупно		692	100,0	
отац	Без основне школе	6	0,9	585,83 0,0001
	Основна школа	22	3,2	
	Средња стручна школа	326	47,3	
	Гимназија (са завршним испитом)	95	13,8	
	Виша школа, универзитет	240	34,8	
Укупно		689	100,0	

Најнижи степен едукација мајки је учесталији (6,5%) него иста учесталост очева без и са основном школом (4%). Мајке чешће имају виши степен образовања од очева (39,5% vs 34,8%).

Графикон 5. Степен едукације мајке



Графикон 6. Степен едукације оца – укупно



Социјална помоћ

На питање из Упитника за родитеље/старатеље „да ли породица остварује државну помоћ” (осим дечијег додатка) преко 98% анкетираних је одговорило да није прималац никакве државне помоћи (приказ у графикону 7).

Графикон 7. Остваривање социјалне помоћи/давања



Помоћ државе прима тек 1,9% анкетираних родитеља, а од тог процента сталну помоћ прима 1,3%, док 0,6% повремено прима социјалну помоћ, што је уједно статистички значајно мањи број прималаца помоћи ($p < 0,0001$) у односу на оне који нису примаоци ове врсте давања.

Карактеристике репродуктивног здравља мајке и трудноћа – према школи

Пре приказа резултата анкетирања о општем физичком здрављу деце, по појединачним школама, приказане су карактеристике мајке у трудноћи, према школама.

Дистрибуција карактеристика о трудноћи и понашању у трудноћи мајке приказана је у табели која следи и односи се на дистрибуцију по појединачним школама.

Табела 11. Дистрибуција према подацима о трудноћи мајке испитиване деце – према школама

ОШ	Прва трудноћа		Порођај пре термина		Пуше у трудноћи	
	Број	%	Број	%	Број	%
„Аца Милосављевић”	56	57,7	11	11,2	72	72,7
„Коста Абрашевић”	33	54,1	13	19,1	51	75,0
„Никола Тесла”	36	50,7	7	9,2	61	79,2
„Иван Горан Ковачић”	29	50,0	7	11,5	42	68,9
„Скадарлија”	45	58,4	13	16,7	66	84,6
„Стеван Сремац”	41	55,4	6	8,0	52	67,5
„Дринка Павловић”	33	63,5	9	17,3	42	79,2
„Петар Петровић Његош”	53	70,7	11	14,7	63	82,9
„Радојка Лакић”	33	53,2	5	7,9	40	62,5
„Иван Гундулић”	47	59,5	15	19,0	62	75,6
Укупно	406	57,5	97	13,4	551	75,0
χ^2	9,798		10,809		16,740	
sign p	0,367/нс		0,289/нс		0,050	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Најчешће је анкетирани ученик био уједно и прва остварена трудноћа мајке (70,7%) у ОШ „Петар Петровић Његош”, а најређе у ОШ „Иван Горан Ковачић” (50%).

Није доказана значајна разлика у заступљености према првој трудноћи мајке, међу ученицима 10 анализираних школа ($p=0,367/ns$). Најчешће је анкетирани ученик био рођен пре термина (19,1%) у ОШ „Коста Абрашевић”, а најређе у ОШ „Радојка Лакић” (7,90%). Није доказана значајна разлика у заступљености према порођају пре термина ученика 10 анализираних школа ($p=0,289/ns$).

Најчешће је анкетирани ученик био изложен дуванском диму и као фетус међу анкетиранима (82,9%) у ОШ „Петар Петровић Његош”, а најређе у ОШ „Радојка

Лакић” (62,5%). Доказана је статистички значајна разлика у заступљености према пушењу у трудноћи, међу ученицима 10 анализираних школа ($p=0,050$).

Дојење испитиване деце и појава плућних инфекција до друге године живота – по школама

Анализом података о дојењу деце обухваћене анализом, као и појава плућних инфекција до друге године живота добијени су следећи резултати у односу на школу коју деца похађају (табела 12 и графикон 8).

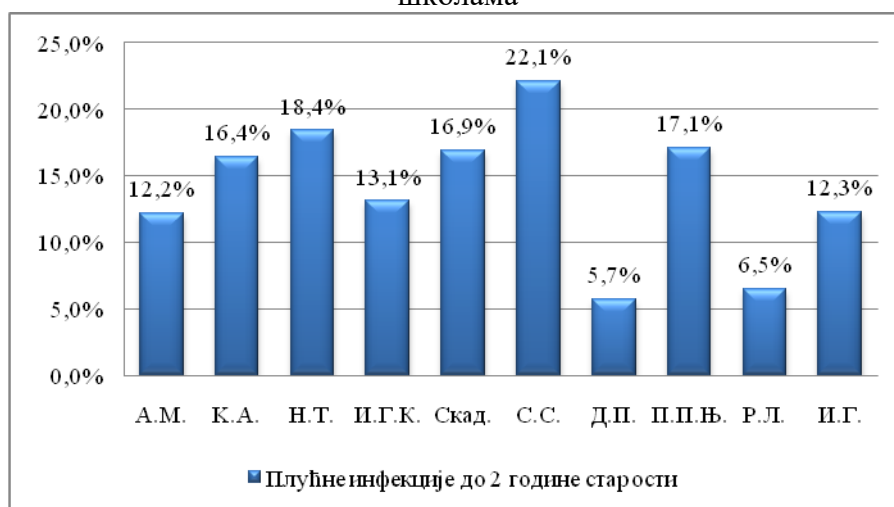
Табела 12. Дистрибуција према подацима о дојењу и појави плућних инфекција код испитиване деце – према школама

ОШ	Плућне инфекције до 2 године старости		Дојење	
	Број	%	Број	%
„Аца Милосављевић”	12	12,2	88	88,9
„Коста Абрашевић”	11	16,4	57	83,8
„Никола Тесла”	14	18,4	67	89,3
„Иван Горан Ковачић”	8	13,1	54	88,5
„Скадарлија”	13	16,9	68	87,2
„Стеван Сремац”	17	22,1	65	84,4
„Дринка Павловић”	3	5,7	46	86,8
„Петар Петровић Његош”	13	17,1	68	89,5
„Радојка Лакић”	4	6,5	52	82,5
„Иван Гундулић”	10	12,3	74	91,4
Укупно	105	14,4	639	87,4
χ^2	12.910a		4.763a	
sign p	0.167/ns		0,854/ns	

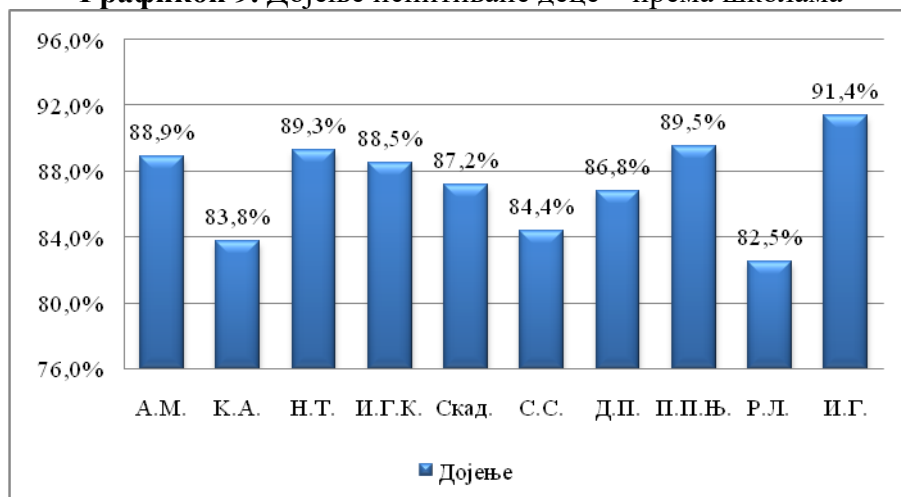
*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Најчешће су анкетирани ученици имали неку плућну инфекцију до две године (18,4%) међу ученицима у ОШ „Никола Тесла”, а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (5,7%). Није доказана статистички значајна разлика у заступљености према првој трудноћи мајке, међу ученицима 10 анализираних школа ($p=0,167/ns$). Најчешће су међу анкетираним ученицима дојена деца из ОШ „Иван Гундулић” (91,4%), а најређе она која похађају ОШ „Радојка Лакић” (82,5%).

Графикон 8. Плућне инфекције до две године старости код испитиване деце према школама



Графикон 9. Дојење испитиване деце – према школама



Није доказана статистички значајна разлика у заступљености према дојењу, међу ученицима 10 школа из истраживања ($p=0,854/ns$).

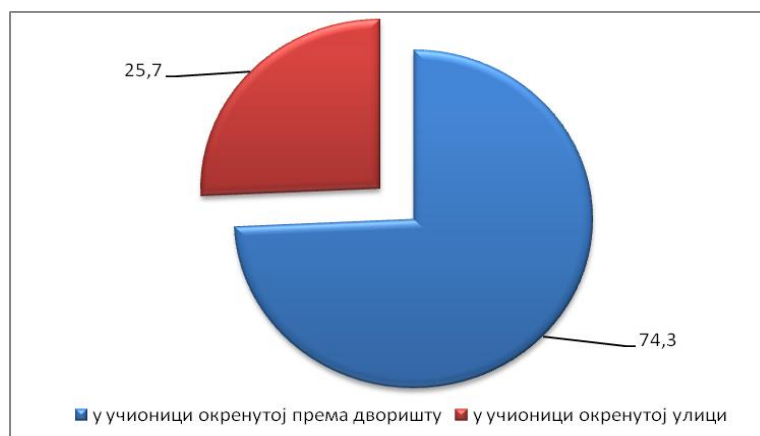
4.1.2. Карактеристике учионице – укупно

Анализом окренутости учионице добијено је да је 74,3% ученика похађало наставу у учионици окренутој према дворишту, док је њих 25,7% наставу имало у учионици окренутој улици.

Статистички значајно је већа заступљеност учионица окренутих дворишту, ($\chi^2=173,4$, $p<0,0001$). Са аспекта географске дистрибуције школа, ђаци похађају школе подељене на три подручја, и то у приградским насељима 225 (31,8%) ђака; школе у градским општинама, удаљене од прометница 216 (30,5%) ђака, и школе у строгом центру 267

(37,7%) ђака. Нема значајније разлике у заступљености ђака у односу на локацију школе.

Графикон 10. Окренутост учионице – укупно

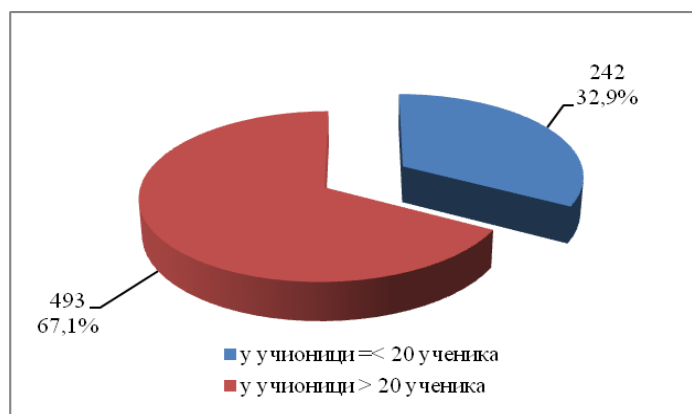


Процена стања школске учионице и степена њеног одржавања

Упитник за карактеристике учионице у којима бораве испитивана деца садржи следеће елементе: квалитет прозорских оквира, навика проветравања учионице, број деце која бораве у учионици у време трајања мерења квантитативних показатеља квалитета ваздуха, квалитет зидних и подних облога, тип и старост намештаја, окренутост учионице према прометној улици или школском дворишту. Ови исходи приказани су у наставку, према анализираним школама.

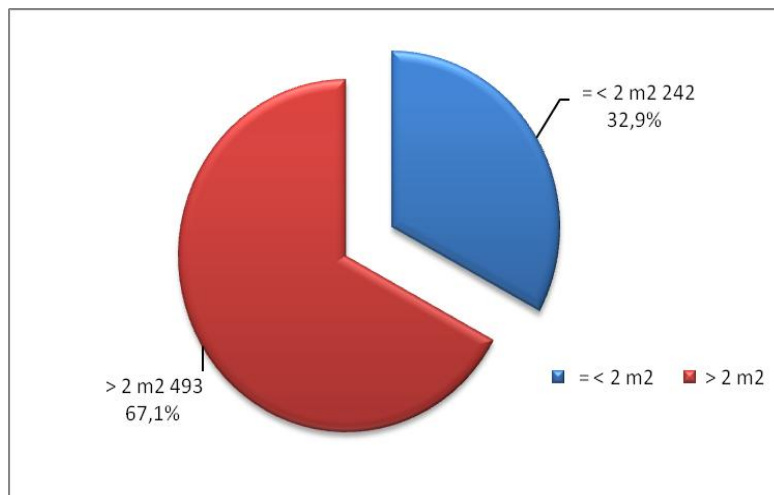
Када је реч о броју деце која су боравила у учионицама у исто време док су вршена мерења показатеља термалног комфора и квалитета ваздуха затвореног простора, извршена је подела на више /мање од 20 ученика по учионици, што је приказано у графикону 11.

Графикон 11. Карактеристике учионица – заузетост простора

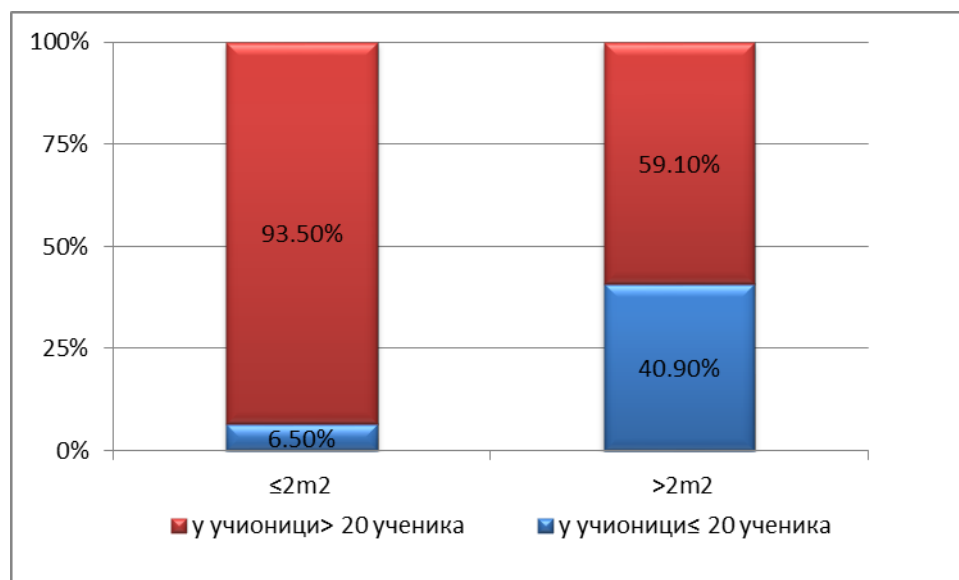


Доказана је статистички значајна разлика у броју деце у учионицама до и преко 20 ученика ($p=0,001$), као и у m^2 по ученику ($p=0,001$). Вредност од минимум 2 m^2 простора по ученику, у учионици, одређена је од стране ASHRAE [218], а која је прихваћена и од стране тима овог међународног истраживања. Дистрибуција ученика са аспекта заузетости простора приказана је у графиконима број 12 и 13, и описана у даљем тексту.

Графикон 12. Карактеристике учионица – заузетост површине по ученику



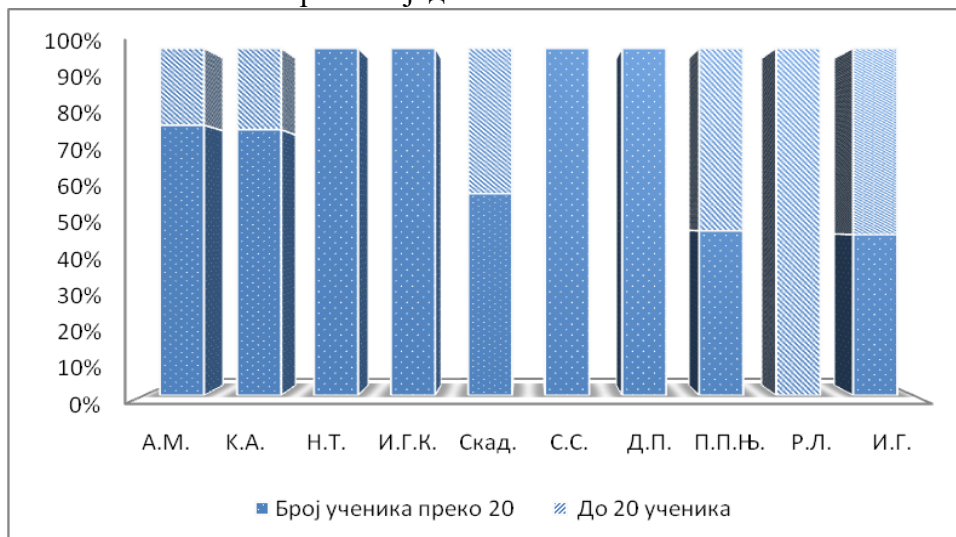
Графикон 13. Карактеристике учионица – заузетост простора у односу на површину по ученику у укупном узорку



Значајно је више ђака у учионицама са више од 20 ученика и са мање од 2 m^2 простора по ђаку (93,5%), а само 6,5% учионица има до 20 ученика и мање од 2 m^2 простора по

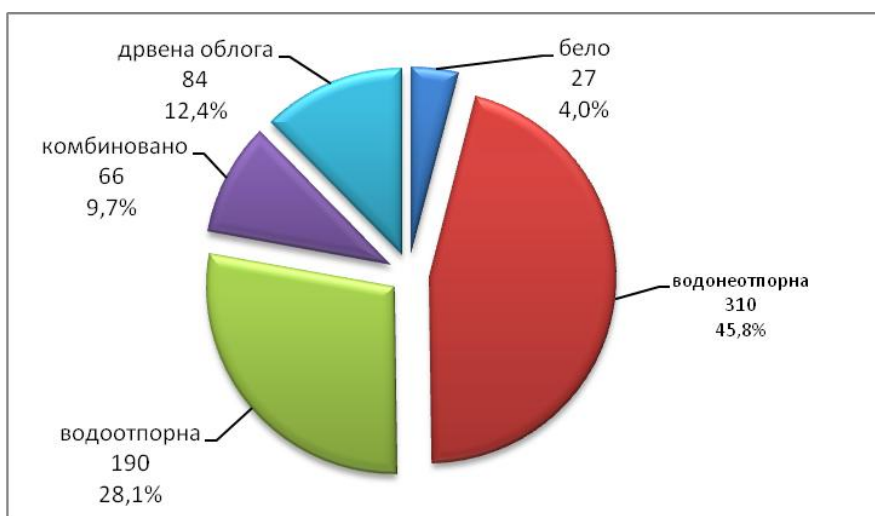
ђаку. У случају учионица са више од 2 m² простора по ученику и са мање од 20 ђака има 40,9% ученика, док у учионици са преко 20 ђака и са више од 2 m² простора по ученику има 59,1% (p=0,001).

Графикон 14. Карактеристике учионица – учионице са мање или више од 20 ученика према појединачним школама



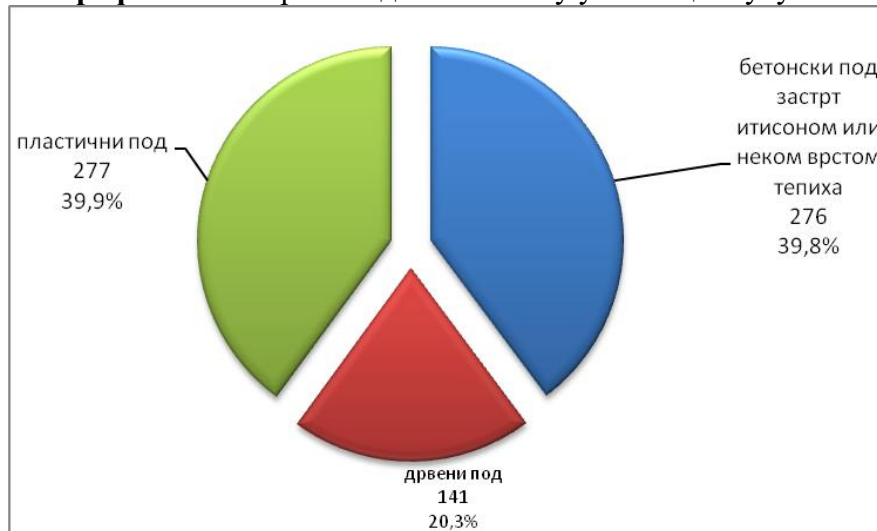
У четири од десет основних школа („Никола Тесла”, „Иван Горан Ковачић”, „Стеван Сремац” и „Дринка Павловић” у свим учионицама изабраним за истраживање наставу похађа више од 20 ученика, док у ОШ „Радојка Лакић”, све учионице из истраживања имају мање од 20 ученика у настави, у данима имплементације истраживања.

Графикон 15. Зидне облоге и кречење – укупно



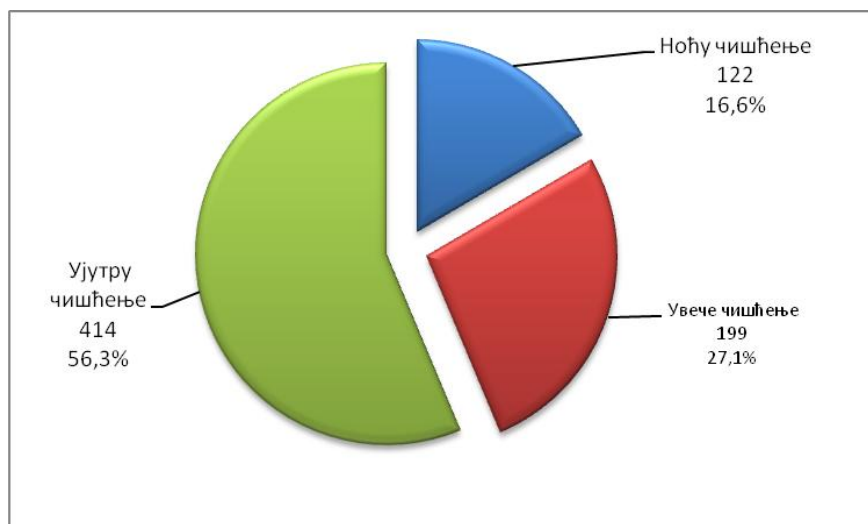
Доказана је статистички значајна разлика у врсти зидних облога и врсти боје зидова учионица ($p=0,001$). Значајно је више учионица које су окречене водонепорном, од оних са водоотпорном бојом.

Графикон 16. Врсте подних облога у учионици – укупно



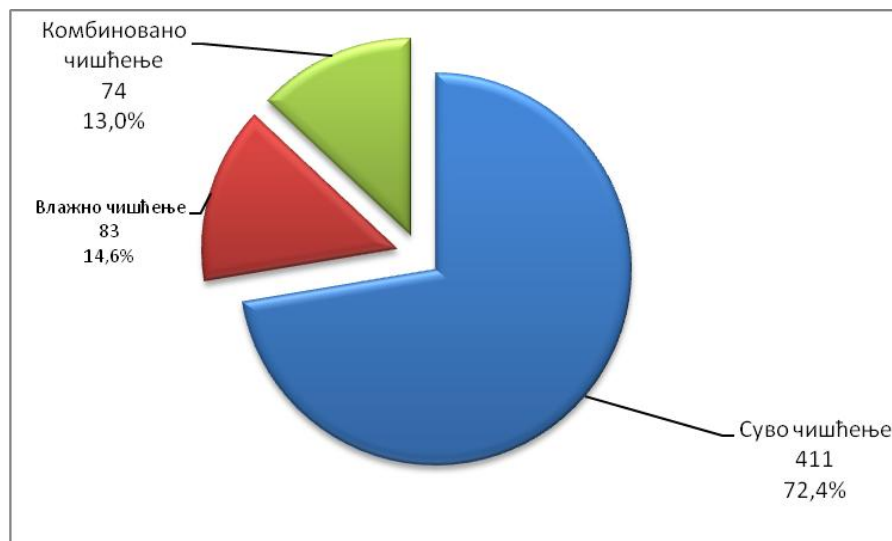
Доказана је статистички значајна разлика у врсти материјала подова учионица ($p=0,001$). Значајно је више учионица са пластичним или бетонским подовима који су застрти итисоном или неком врстом тепиха.

Графикон 17. Чишћење учионица током дана – укупно



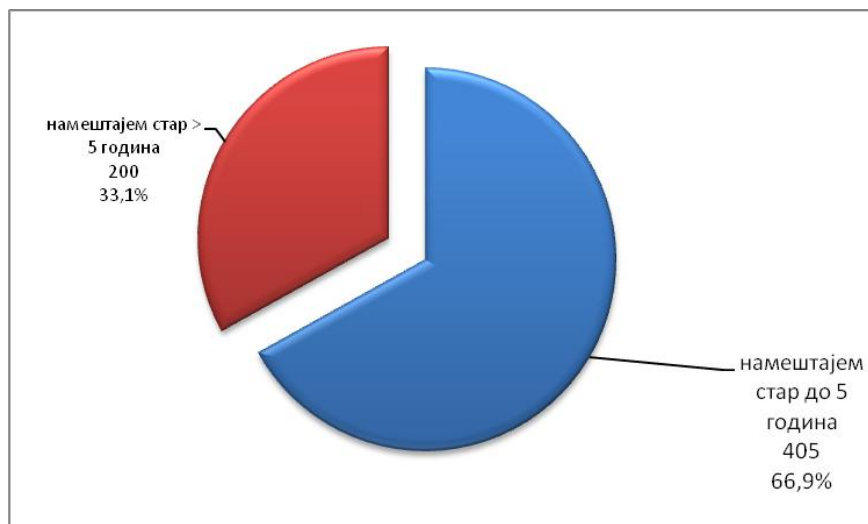
Доказана је статистички значајна разлика у фреквентности и делу дана када се обавља чишћење подова учионица ($p=0,001$). Значајно је више одељења са чишћењем подова ујутру.

Графикон 18. Начин чишћења учионица– укупно



Доказана је статистички значајна разлика у начину чишћења подова учионица ($p=0,001$). Значајно је више одељења са сувим чишћењем (метла или усисивач).

Графикон 19. Старост намештаја – укупно

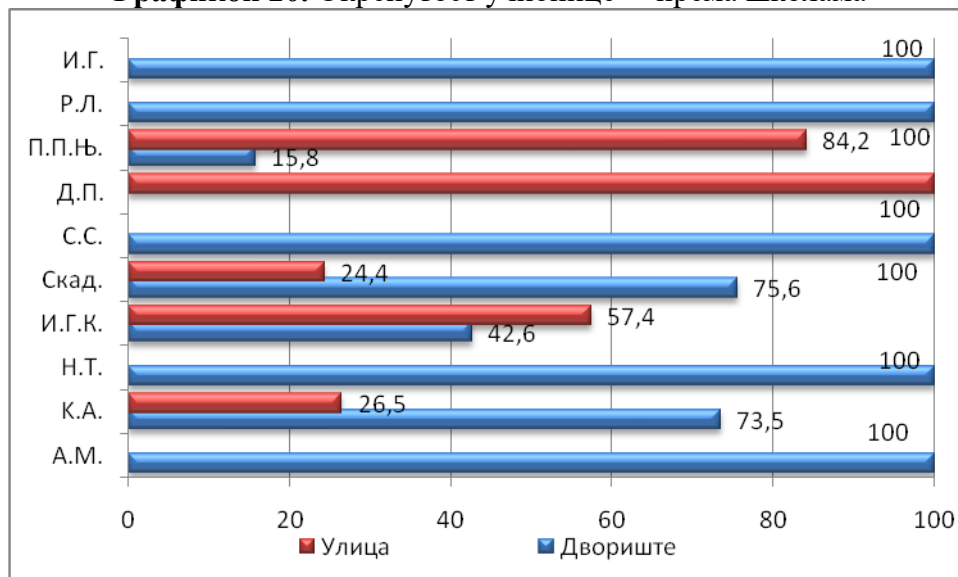


Доказана је статистички значајна разлика старости намештаја учионица ($p=0,001$). Значајно је више одељења са намештајем старим до пет година.

4.1.3. Карактеристике школа

Од укупног броја 74,3% учионица је окренуто ка школском дворишту, а 25,7% ка улици (графикон 20).

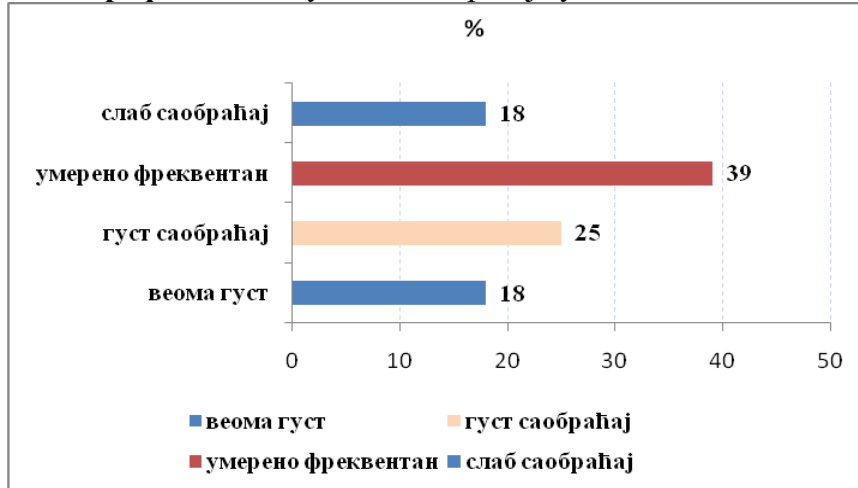
Графикон 20. Окренутост учионице – према школама



Од укупног броја ученика и учионица окренутих ка школском дворишту, пет школа има све истраживањем обухваћене учионице окренуте ка дворишту, једна школа има 42,6% ђака у учионицама ка дворишту, док је остатак деце у учионицама окренутим улици (57,4%). Ка улици је окренута у потпуности једна школа, и делимично од укупног броја ученика и учионица, ђаци из пет школа. Доказана је статистички значајна разлика у окренутости учионица према школама обухваћеним анализом ($\chi^2=459,478$, $df=9$, $p=0,0001$).

Ако посматрамо локацију школа са аспекта густине саобраћаја у непосредном окружењу, подела је извршена на следећи начин: слаб саобраћај (25%), средњи (39%), густ (18%) и веома густ саобраћај поред школе (18%). Значајно је највећи број школа у улицама са средње густим саобраћајем ($p<0,001$).

Графикон 21. Густина саобраћаја у околини школе



Дистрибуција ученика у односу на адресу становања и на адресу школе коју похађају

Међу анкетираним ученицима који живе на адреси удаљеној од густог саобраћаја, најчешћи су (15,8%) ученици у ОШ „Никола Тесла”, а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (2,7%) и у ОШ „Радојка Лакић” (4,8%).

Међу анкетираним ученицима који живе на подручју са slabим саобраћајем, најчешћи су (76,4%) ученици у ОШ „Стеван Сремац”, а најређи у ОШ „Петар Петровић Његош” (12%).

Међу анкетираним ученицима који живе у близини густог саобраћаја, најчешћи су (85,3%) ученици у ОШ „Петар Петровић Његош”, а најређи у ОШ „Коста Абрашевић” (6,1%) и у ОШ „Стеван Сремац” (16,7%).

Доказана је статистички значајна разлика у заступљености према месту становања у односу на густину саобраћаја међу ученицима у 10 анализираних школа ($\chi^2=326,33$, $p<0,000$).

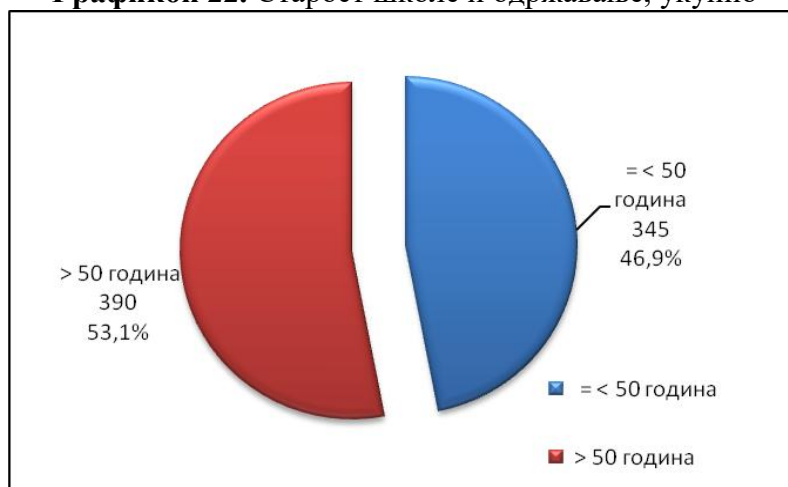
Табела 13. Изложеност деце саобраћају у школи и код куће

Адреса становања ученика у односу на саобраћајнице	Локација школе						Укупно	
	Приградска насеља		Градске општине, удаљено од прометница		Строги центар града			
	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%
Подручје удаљено од густог саобраћаја	74	69,8	19	17,9	13	12,3	106	15,0
Подручје са умереном саобраћајном фреквенцијом	133	47,8	88	31,7	57	20,5	278	39,3
Близу густог саобраћаја	18	5,6	109	33,6	197	60,8	324	45,8
Укупно	225	31,8	216	30,5	267	37,7	708	100,0
χ^2 , df, sign	$\chi^2=233,429$; df=4, p <0,0001***							

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Анализом изложености саобраћају у школи и код куће, односно проценом квалитета кућног окружења у односу на локацију школе доказана је статистички значајна разлика међу децом која имају адресу становања и адресу школе коју похађају. У том смислу, школе у приградском насељу чешће похађају ученици који живе у подручју са чистим ваздухом, далеко од густог саобраћаја (69,8%), у односу на децу која похађају школе у градским општинама, удаљене од саобраћајница (17,9%), или у односу на децу која похађају школе у строгом центру града (12,3%). Другачије речено, када је адреса становања у близини густог саобраћаја, најучесталији су ученици који похађају школе у строгом центру града (60,8%), у односу на децу која живе у подручју удаљеном од густог саобраћаја (чистији ваздух), односно на подручју с нискофреквентним саобраћајем (30,5%), статистички значајно $\chi^2=233,429$, df=4, p <0,0001.

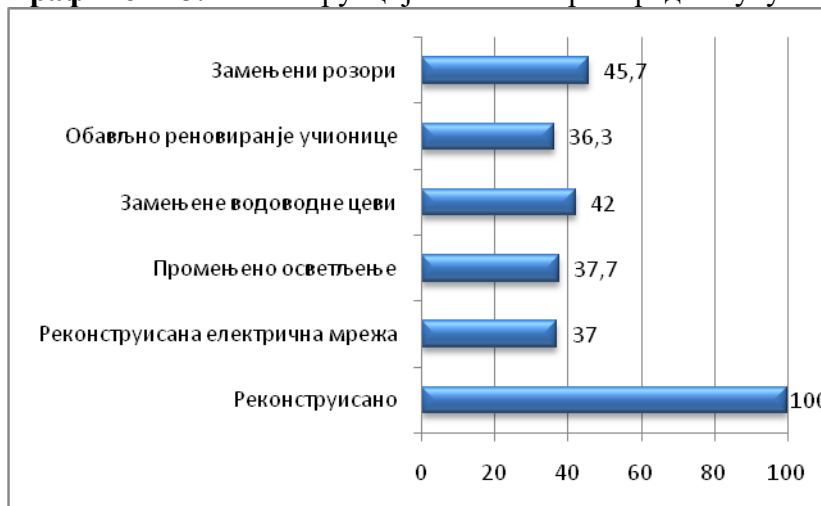
Графикон 22. Старост школе и одржавање, укупно



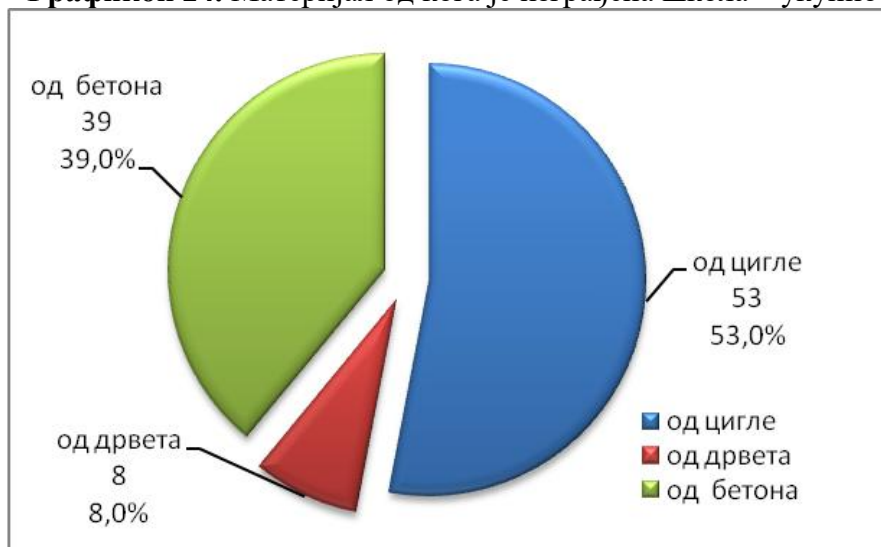
Анализом заступљености ученика у односу на адресу становања, окренутост учионице према школама појединачно није доказала статистички значајнију разлику ни за једну од 10 анализираних школа. Старост школске зграде подељена је на интервале до и преко 50 година. Нема значајније разлике у заступљености ученика у односу на старост школе коју похађају (47% vs 53%).

Све школе су до истраживања реконструисане с обзиром на старост школске зграде. У школама су рађени следећи радови: реконструисана електрична мрежа (37%), промењено осветљење (37,7%), замењене водоводне цеви (42%) и обављено је реновирање учионица (36,3%), са заменом прозора у 57,7%.

Графикон 23. Реконструкција школе – врсте радова укупно



Графикон 24. Материјал од кога је изграђена школа – укупно



Материјал од кога је изграђена школа. У односу на основни грађевински материјал који је коришћен у изградњи школских објеката, **подела је извршена на следећи начин:** школа од цигле (53%), дрвета (8%), и бетона (39%). Значајно је највећи број школа зиданих од цигле ($p < 0,001$).

4.2. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА КВАНТИТАТИВНИХ ПОКАЗАТЕЉА

4.2.1. Карактеристике квалитета ваздуха у укупном узорку

С обзиром на доказану међузависност присутних физичко-хемијских параметара, када је ваздух затвореног простора у питању, у табелама које следе биће презентовани не само квантитативни резултати мерења гасовитих и честичних материја, већ и микроклиматски услови који се, управо из тих разлога прате истовремено, попут релативне влажности ваздуха, температуре ваздуха, као и израчуната вредност VR.

4.2.1.1. Концентрација полутаната у ваздуху учионица (IAQ) – укупни узорак

У табелама који следе приказане су просечне вредности, као и дистрибуције ученика у односу на нормативне вредности параметара IAQ, према интервалима у односу на нормативне вредности полутаната у укупном узорку.

Табела 14. Просечне вредности полутаната измерених у учионици у укупном узорку

Параметри	Просек	SD	Медијана	95% CI		Min	Max
				Доња	Горња		
NO ₂ (µg/m ³)	21,54	7,10	21,00	21,01	22,07	8,00	34,00
Бензен C ₆ H ₆ (µg/m ³)	6,06	3,04	4,47	5,83	6,28	3,06	13,71
Толуен C ₇ H ₈ (µg/m ³)	12,73	9,13	10,11	12,05	13,41	3,71	45,78
Етил-бензен C ₈ H ₁₀ (µg/m ³)	1,53	0,90	1,44	1,46	1,60	0,38	5,52
Ксилен C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ (µg/m ³)	8,00	5,76	6,38	7,58	8,43	1,62	33,11
Формалдеhid HCHO (µg/m ³)	1,76	1,05	1,60	1,68	1,83	0,30	4,60
CO ₂ (ppm)	1595,6	2606,2	1122,0	1406,8	1784,5	604,0	17040,0
VR (L/s по особи)	8,29	4,67	7,10	7,95	8,62	0,30	25,13
CO (mg/m ³)	0,39	0,60	0,00	0,35	0,44	0,00	2,00
Температура ваздуха (C°)	22,88	1,60	23,00	22,76	22,99	20,00	28,00
Релативна влажност (%)	39,51	10,12	41,00	38,77	40,24	6,00	57,00
PM ₁₀ (µg/m ³)	82,25	42,45	70,00	79,18	85,33	32,00	197,00
PM ₁₀ I/O Ratio (<> 1,0)	0,95	0,33	0,92	0,92	0,97	0,36	1,91

Према датој расподели учешћа измерених вредности, приказаних у интервалној дистрибуцији, доказано је да заступљеност вредности $\text{NO}_2 \leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ чини значајно бројнију подгрупу, као и бензена до $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, формалдехида преко $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Такође, бројнији су испитаници у учионици са $\text{CO}_2 \geq 1000 \text{ ppm}$, као и у учионицама са температуром и релативном влажношћу ваздуха у границама комфора.

Вредност PM_{10} изнад $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ је чешћа у учионицама, статистички значајно, као и PM_{10} изнад $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а I/O PM_{10} ratio је најчешћи у интервалу до 1,0, статистички значајно ($p < 0,0001$), што значи да су у већини случајева концентрације ових честица веће у амбијенталном ваздуху испред учионица, него у ваздуху унутар учионица, то јест да долазе од споља.

Табела 15. Изложеност деце IAQ концентрацијама полутаната у учионицама – укупно

Полутанти		N	%	χ^2, p
$\text{NO}_2 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$\text{NO}_2 \leq 40$	411	69,2	87,515 0,0001***
	$\text{NO}_2 > 40$	183	30,8	
Укупно		594	100,0	
Бензен ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	< 5	435	62,4	42,940 0,0001***
	> 5	262	37,6	
Укупно		697	100,0	
Формалдехид $\leq / > 100 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	≤ 100	124	17,8	289,241 0,0001***
	> 101	573	82,2	
Укупно		697	100,0	
$\text{PM}_{10} \text{ IAQ } \leq / > 50 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	< 50	175	23,8	201,667 0,0001***
	> 50	560	76,2	
Укупно		735	100,0	
$\text{PM}_{10} \text{ IAQ } (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	0 -50	175	23,8	38,359 0,0001***
	50,1-80	248	33,7	
	$> 80,1$	312	42,4	
Укупно		735	100,0	

* $< 0,05$ ** $< 0,01$ *** $< 0,001$

Од целог узорка деце, у свих десет школа, њих 36,2% је у учионицама са I/O PM_{10} ratio изнад 1,0, где је главни извор честичног загађења у самим учионицама; 3,7% у учионицама где је тај однос раван 1,0, док 60,1% наставу похађа у учионицама са количником нижим од 1,0, где је главни извор загађења у амбијенталном ваздуху.

У даљој анализи, дато је процентуално учешће у односу на интервалну дистрибуцију истих у укупном узорку, у односу на нормативне вредности параметара IAQ и заступљеност изложене деце. Анализом просечних вредности сваког параметра у

односу на интервалну дистрибуцију, приказане су просечне вредности параметара, а резултати су приказани у табели 16 и описани у даљем тексту.

Табела 16. Просечне вредности IAQ параметара у односу на препоручене вредности - укупни узорак

Параметри		број	%	χ^2 , sign	Просек \pm SD	95% CI Доња-горња	Медијана
CO ₂ (ppm)	<1000	260	35,4	p<0,0001 ***	820,4 \pm 98,2	808,4-832,4	834,0
	\geq 1000	475	64,6		2020,1 \pm 3160,4	1735,2-2305,1	1441,0
Укупно		735	100,0		1595,7 \pm 2604,4	1407,1-1784,3	1122,0
Темп. С°	Ван граница	186	25,3	p<0,0001 ***	25,06 \pm 1,07	24,90-25,21	25,00
	У границама	549	74,7		22,14 \pm 0,95	22,06-22,22	22,00
Укупно		735	100,0		22,88 \pm 1,60	22,76-23,00	23,00
РВВ (%)	Ван граница	331	45,0	p<0,007 **	31,11 \pm 8,10	30,23-31,98	34,00
	У границама	404	55,0		46,39 \pm 5,21	45,88-46,90	44,00
Укупно		735	100,0		39,51 \pm 10,11	38,77-40,24	41,00
Зона комфора (Т°С 18–23, РВВ 30–75% >2,2 м ² /уч.)	Да	358	48,7	p=0,483/ ns	У зони комфора Т°С / 22,0 \pm 1,1 , RH /41,9 \pm 8,3, м ² /2,8 \pm 0,5		
	Не	377	51,3		Ван зоне комфора Т°С /23,7 \pm 1,6 , РВВ /37,2 \pm 11,1, м ² /2,2 \pm 1,1		
Укупно		735	100,0				
PM ₁₀ I/O ratio	< 1	442	60,1	p<0,0001 ***	0,73 \pm 0,18	0,71-0,75	0,80
	=1	27	3,7		1,00 \pm 0,00	1,00-1,00	1,00
	> 1	266	36,2		1,30 \pm 0,23	1,27-1,32	1,23
Укупно		735	100,0		0,94 \pm 0,33	0,92-0,97	0,92
PM ₁₀ IAQ < 50 μ g/m ³ >	< 50	175	23,8	p<0,0001 ***	39,71 \pm 5,10	38,95-40,47	41,00
	> 50	560	76,2		95,53 \pm 40,15	92,20-98,86	91,00
Укупно		735	100,0		82,24 \pm 42,43	79,17-85,31	70,00
VR (L/s по особи)	3-8	437	59,5	p<0,050*	5,21 \pm 1,71	5,05-5,37	4,80
	> 8	298	40,5		12,79 \pm 3,92	12,34-13,23	12,14
Укупно		735	100,0		8,28 \pm 4,67	7,94-8,62	7,10

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији ученика у односу на изложеност CO₂ > 1000 ppm у учионици (p<0,0001), као и у висини просечних вредности CO₂ > 1000 ppm у учионици, у односу на просечне вредности CO₂ < 1000 ppm у учионици (p<0,0001).

Статистички значајно је више ученика изложено температури ваздуха у учионици у границама комфора (p<0,0001), а доказана је и значајна разлика у висини просечних вредности Т°С у границама комфора у учионици, у односу на просечне вредности Т°С у и ван граница комфора (p<0,0001).

Статистички значајно је више ученика изложено релативној IAQ влажности ваздуха у границама комфора (p<0,007), а такође је доказана значајна разлика у висини

просечних вредности РВВ у границама комфора у учионици у односу на просечне вредности РВВ у и ван граница комфора ($p < 0,0001$).

Нема значајније разлике у дистрибуцији ученика у односу на интервалну дистрибуцију елемената зоне термалног комфора ($p = ns$), али је доказана значајна разлика у висини просечних вредности РВВ у границама комфора у учионици у односу на просечне вредности РВВ у и ван граница комфора ($p < 0,0001$).

Статистички значајно је више ученика који су изложени PM_{10} I/O ratio $< 1,0$ у учионицама у односу на концентрације PM_{10} испред учионица ($p < 0,0001$), а такође је доказана значајна разлика у висини просечних вредности PM_{10} I/O ratio $< 1,0$ у односу на просечне вредности PM_{10} I/O ratio $> 1,0$ ($p < 0,0001$).

Статистички значајно је више ученика који су изложени $PM_{10} < 50 \mu g/m^3$ у учионицама у односу на број деце изложене концентрацији $PM_{10} > 50 \mu g/m^3$ ($p < 0,0001$), а такође је доказана значајна разлика у висини просечних вредности PM_{10} у интервалима до и преко $50 \mu g/m^3$ ($p < 0,0001$).

Статистички значајно је више ученика који су изложени VR од 3 до 8 l/s по ученику у учионицама ($p < 0,0001$), а такође је доказана значајна разлика у висини просечних вредности VR у учионици у односу на интервале ($p < 0,0001$).

4.2.1.2. Концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху мерених испред учионица (ОАQ) – укупни узорак

У табелама који следе приказане су просечне вредности, као и дистрибуције ученика у односу на нормативне вредности параметара квалитета амбијенталног ваздуха (ОАQ), према интервалима у укупном узорку.

Просечне вредности праћених параметара загађења амбијенталног ваздуха су следеће:

- NO_2 (ГВ $40 \mu g/m^3$) крећу се од $14 \mu g/m^3$ до максималних $56 \mu g/m^3$,
- Бензен, C_6H_6 ; (ГВ $5 \mu g/m^3$) крећу се од $3,36 \mu g/m^3$ до максималних $11,32 \mu g/m^3$,
- Толуен, C_7H_8 ; (ГВ $100 \mu g/m^3$) крећу се од 3,4 до $400 \mu g/m^3$,
- Етил-бензен, C_8H_{10} (ГВ $100 \mu g/m^3$) крећу се од 0,36 до $2,92 \mu g/m^3$,

Табела 17. Просечне вредности полутаната у амбијенталном ваздуху измерене испред учионице у укупном узорку

ОАQ Параметри	Просек	SD	Медијана	95% CI		Min	Max
				Доња	Горња		
NO ₂ (µg/m ³)	32,71	11,93	30,00	31,75	33,67	14,00	56,00
Бензен C ₆ H ₆ (µg/m ³)	6,27	2,54	5,26	6,06	6,47	3,36	11,32
Толуен C ₇ H ₈ (µg/m ³)	19,74	64,11	7,13	14,57	24,91	3,40	400,98
Етил-бензен C ₈ H ₁₀	1,23	0,66	1,09	1,18	1,28	0,36	2,92
Ксилен C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	5,53	3,03	5,11	5,29	5,78	0,89	11,76
НСНО (µg/m ³)	0,44	0,26	0,30	0,41	0,46	0,10	1,40
СО ₂ (ppm)	421,34	47,94	418,00	417,87	424,81	254,00	750,00
СО (mg/m ³)	0,61	0,91	0,00	0,55	0,68	0,00	4,00
Т С°	12,20	5,39	12,00	11,81	12,59	1,00	22,00
РВВ (%)	57,78	15,40	61,00	56,67	58,90	26,00	90,00
PM ₁₀ (µg/m ³)	104,57	89,85	82,00	98,07	111,08	22,00	549,00

- Измерене вредности СО₂ и СО су, у просеку, испод граничних средњих дневних вредности; температура испред учионице нижа је од препоручене, а релативна влажност ваздуха изнад 50%,
- Концентрације PM₁₀ су преко 100 µg/m³, па су просечне измерене вредности значајно више од дозвољених граничних вредности.

Корелација између IAQ и ОАQ вредности измерених параметара у укупном узорку дата је у Табели 1 Прилога 2 (из техничких разлога). Опис табеле дат је у тексту који следи.

Концентрације **IAQ NO₂** статистички су значајно повезане ($p < 0,0001$) са ОАQ вредностима измерених параметара у укупном узорку, и то у случају NO₂, етил-бензена, ксилена, формалдехида, СО, PM₁₀, као и са висином температуре амбијенталног ваздуха. Нешто нижа статистички значајна веза успостављена је са вредношћу релативне влажности амбијенталног ваздуха. Корелација између IAQ и ОАQ вредности толуена и СО₂ статистички није значајна.

Концентрације **IAQ бензена** статистички су значајно повезане ($p < 0,0001$) са ОАQ вредностима етил-бензена, ксилена, формалдехида, СО, PM₁₀, као и са висином температуре и РВВ амбијенталног ваздуха и саме локације школе, у укупном узорку.

Нижа статистички значајна повезаност успостављена је за NO₂ ($p < 0,002$) и толуен ($p < 0,015$).

На IAQ толуена не утиче статистички значано концентрација истог полутанта у амбијенталном ваздуху ($p < 0,223$), док је у случају етил-бензена, ксилена, формалдехида, CO, PM₁₀

4.2.2. Резултати мерења полутаната IAQ и OAQ према појединачним школама

A. Резултати мерења IAQ полутаната

Анализом заступљености ученика у односу на школу појединачно добијене су просечне вредности загађујућих материја ваздуха у учионици, као и припадајуће стандардне девијације које су обједињене у табели која следи, за свих 10 анализираних школа.

Просечне вредности загађујућих материја у ваздуху затвореног простора учионице према појединачним школама (IAQ), приказане су у табели 18 и табели 19.

Доказне су статистички значајне разлике у просечним вредностима загађујућих материја у ваздуху затвореног простора учионице према појединачним школама (IAQ) за сваки анализирани параметар мерен у ваздуху затвореног простора учионице на нивоу 0.000 и то за следеће параметре :

- Код концентрација NO₂ µg/m³ код концентрације IAQ бензена, толуена, Етил-бензен, C₈H₁₀, у табели 18.
- Као и код концентрација ксилена C₆H₄ (CH₃)₂, НСНО (µg/m³), CO₂ (ppm), CO (mg/m³), PVB (%), PM₁₀ (µg/m³), T C° у табели 19.

Табела 18. Просечне вредности загађујућих материја у ваздуху затвореног простора учионице према појединачним школама (IAQ)/1

	Основне школе	N	Mean	SD	Medijana	95% IP		Min.	Max.	F test, KW test*sig
						Доња	Горња			
NO ₂ µg/m ³	„А. Милосављевић”	77	9,40	1,66	8,00	9,03	9,78	8	12	282,95 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	13,40	2,65	14,00	12,76	14,04	10	17	
	„Никола Тесла”	77	23,84	2,77	25,00	23,21	24,47	20	27	
	„И. Горан Ковачић”	45	23,11	2,05	24,00	22,50	23,73	21	26	
	„Скадарлија”	78	25,19	5,19	29,00	24,02	26,36	19	31	
	„Стеван Сремац”	77	17,81	1,56	19,00	17,45	18,16	15	19	
	„Дринка Павловић”	53	26,60	3,15	27,00	25,73	27,47	21	30	
	„П. П. Његош”	76	20,53	4,74	18,50	19,44	21,61	15	29	
	„Радојка Лакић”	64	29,52	3,26	31,00	28,70	30,33	25	33	
	„Иван Гундулић”	82	28,16	3,26	27,00	27,44	28,87	25	34	
Бензен µg/m ³	„А. Милосављевић”	77	5,26	1,21	4,78	4,98	5,53	4,13	7,36	1334,49 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	8,98	0,83	9,61	8,77	9,18	7,79	9,88	
	„Никола Тесла”	77	13,17	0,57	13,38	13,04	13,30	12,33	13,71	
	„И. Горан Ковачић”	45	8,08	0,60	8,00	7,90	8,26	7,50	9,12	
	„Скадарлија”	78	4,21	1,04	3,77	3,97	4,44	3,32	5,99	
	„Стеван Сремац”	77	4,56	0,30	4,47	4,49	4,63	4,23	4,98	
	„Дринка Павловић”	53	4,61	0,32	4,47	4,52	4,70	4,31	5,06	
	„П. П. Његош”	76	4,71	0,59	4,45	4,57	4,84	4,30	5,76	
	„Радојка Лакић”	64	3,58	0,64	3,07	3,42	3,74	3,06	4,48	
	„Иван Гундулић”	82	3,97	0,28	3,81	3,91	4,03	3,65	4,33	
Толуен µg/m ³	„А. Милосављевић”	77	6,22	2,36	5,73	5,69	6,76	3,71	10,20	* 528,82 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	23,48	12,58	16,96	20,43	26,52	14,07	45,78	
	„Никола Тесла”	77	17,32	7,40	12,51	15,64	19,00	10,14	27,67	
	„И. Горан Ковачић”	45	12,16	2,25	11,85	11,49	12,84	10,40	16,16	
	„Скадарлија”	78	10,07	4,37	8,00	9,09	11,06	5,48	17,32	
	„Стеван Сремац”	77	6,08	1,06	5,69	5,84	6,32	4,81	7,75	
	„Дринка Павловић”	53	7,22	0,40	7,45	7,11	7,33	6,66	7,63	
	„П. П. Његош”	76	8,28	1,08	7,83	8,03	8,53	6,90	9,72	
	„Радојка Лакић”	64	27,91	9,63	25,00	25,51	30,32	16,55	40,21	
	„Иван Гундулић”	82	10,50	0,95	25,00	10,30	10,71	8,69	11,56	
Етил - бензен µg/m ³	„А. Милосављевић”	77	0,47	0,08	25,05	0,45	0,49	,38	,59	91,06 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	1,26	0,37	1,4	1,17	1,35	,61	1,53	
	„Никола Тесла”	77	1,12	0,34	1,28	1,05	1,20	,62	1,44	
	„И. Горан Ковачић”	45	2,32	0,18	2,37	2,26	2,37	209	2,55	
	„Скадарлија”	78	2,72	1,71	2,36	2,33	3,10	1,13	5,52	
	„Стеван Сремац”	77	0,88	0,13	0,96	0,85	0,91	,67	,97	
	„Дринка Павловић”	53	1,35	0,12	1,30	1,31	1,38	1,23	1,52	
	„П. П. Његош”	76	1,56	0,11	1,57	1,53	1,58	1,43	1,70	
	„Радојка Лакић”	64	2,00	0,13	1,97	1,97	2,04	1,83	2,15	
	„Иван Гундулић”	82	1,90	0,27	1,70	1,84	1,96	1,65	2,45	

Табела 19. Просечне вредности загађујућих материја у ваздуху затвореног простора учионице према појединачним школама (IAQ)/2

Основне школе	N	Mean	SD	Medijana	95% Interval		Min.	Max.	F test, KW test*sig	
					Доња	Горња				
Ксилен $\mu\text{g}/\text{m}^3$	„А. Милосављевић”	77	1,84	0,15	1,94	1,81	1,87	1,62	1,99	102,19 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	5,81	0,19	5,86	5,77	5,86	5,62	6,07	
	„Никола Тесла”	77	15,56	0,80	15,19	15,38	15,74	14,79	16,82	
	„И. Горан Ковачић”	45	8,78	0,67	8,79	8,58	8,98	8,05	9,86	
	„Скадарлија”	78	14,52	11,14	11,30	12,01	17,04	4,48	33,11	
	„Стеван Сремац”	77	3,40	0,58	3,71	3,27	3,53	2,47	3,81	
	„Дринка Павловић”	53	5,39	0,44	5,30	5,27	5,51	4,86	5,98	
	„П. П. Његош”	76	6,60	0,85	6,70	6,40	6,79	5,61	7,85	
	„Радојка Лакић”	64	9,12	1,22	8,33	8,82	9,43	7,92	10,83	
„Иван Гундулић”	82	8,44	0,95	7,51	8,23	8,65	7,44	10,02		
НСНО $\mu\text{g}/\text{m}^3$	„А. Милосављевић”	77	4,30	0,25	4,50	4,25	4,36	4,00	4,60	603,31 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	1,77	0,21	1,60	1,72	1,82	1,60	2,10	
	„Никола Тесла”	77	1,98	0,26	1,80	1,92	2,04	1,70	2,30	
	„И. Горан Ковачић”	45	1,59	0,11	1,60	1,56	1,62	1,40	1,70	
	„Скадарлија”	78	0,80	0,24	0,70	0,74	0,85	,60	1,20	
	„Стеван Сремац”	77	0,93	0,41	1,00	0,84	1,02	,30	1,40	
	„Дринка Павловић”	53	1,57	0,13	1,50	1,53	1,60	1,40	1,70	
	„П. П. Његош”	76	1,98	0,81	1,70	1,80	2,17	1,40	3,80	
	„Радојка Лакић”	64	1,08	0,21	1,10	1,02	1,13	,80	1,40	
„Иван Гундулић”	82	1,37	0,17	1,60	1,33	1,41	1,10	1,60		
СО mg/m^3	„А. Милосављевић”	99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	* 364,56 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	1,03	0,73	1,00	0,85	1,21	0	2	
	„Никола Тесла”	77	0,84	0,65	1,00	0,70	0,99	0	2	
	„И. Горан Ковачић”	61	0,57	0,50	1,00	0,45	0,70	0	1	
	„Скадарлија”	78	0,14	0,35	0,00	0,06	0,22	0	1	
	„Стеван Сремац”	77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
	„Дринка Павловић”	53	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1	1	
	„П. П. Његош”	76	0,61	0,78	0,50	0,43	0,78	0	2	
	„Радојка Лакић”	64	0,14	0,35	0,00	0,05	0,23	0	1	
„Иван Гундулић”	82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0		
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	„А. Милосављевић”	99	109,16	18,44	95,00	105,48	112,84	84	130	* 446,69 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	162,12	41,93	183,00	151,97	172,27	91	197	
	„Никола Тесла”	77	99,70	45,62	72,00	89,35	110,06	51	158	
	„И. Горан Ковачић”	61	44,72	12,48	40,00	41,53	47,92	32	62	
	„Скадарлија”	78	58,24	18,28	70,00	54,12	62,36	32	78	
	„Стеван Сремац”	77	62,47	23,59	52,00	57,11	67,82	33	96	
	„Дринка Павловић”	53	65,68	26,90	51,00	58,26	73,09	47	110	
	„П. П. Његош”	76	103,87	8,52	110,50	101,92	105,82	93	111	
	„Радојка Лакић”	64	52,31	11,22	44,00	49,51	55,12	43	69	
„Иван Гундулић”	82	50,40	6,22	58,00	49,03	51,77	42	58		

Просечне вредности елемената термалног комфора у учионици према појединачним школама приказан је у табели 20. Доказана је статистички значајна разлика међу школама у вредностима елемената термалног комфора на нивоу 0,000.

Табела 20. Просечне вредности елемената термалног комфора учионице према појединачним школама

Услови термалног комфора	N	Mean	SD	медијана	95% interval		Min.	Max.	F test, KW test*sig	
					Доња	Горња				
Т С°	„А. Милосављевић”	99	24,27	0,97	25,00	24,08	24,47	23	25	27,87 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	21,74	2,01	22,00	21,25	22,22	20	25	
	„Никола Тесла”	77	23,10	0,84	23,00	22,91	23,29	22	24	
	„И. Горан Ковачић”	61	23,48	1,51	23,00	23,09	23,86	22	26	
	„Скадарлија”	78	22,01	0,63	22,00	21,87	22,16	21	23	
	„Стеван Сремац”	77	23,39	1,51	23,00	23,05	23,73	22	26	
	„Дринка Павловић”	53	22,77	0,80	23,00	22,55	22,99	22	24	
	„П. П. Његош”	76	22,89	0,76	23,00	22,72	23,07	22	24	
	„Радојка Лакић”	64	21,64	1,19	22,00	21,34	21,94	20	23	
„Иван Гундулић”	82	22,87	2,42	21,00	22,33	23,40	21	28		
РВВ (%)	„А. Милосављевић”	99	46,61	3,38	49,00	45,93	47,28	44	52	141,77 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	26,18	12,96	30,00	23,04	29,31	6	38	
	„Никола Тесла”	77	28,77	6,85	26,00	27,21	30,32	21	38	
	„И. Горан Ковачић”	61	32,87	7,39	34,00	30,98	34,76	23	42	
	„Скадарлија”	78	42,95	3,24	41,00	42,22	43,68	41	49	
	„Стеван Сремац”	77	35,81	2,81	38,00	35,17	36,44	33	39	
	„Дринка Павловић”	53	35,96	5,01	34,00	34,58	37,34	32	45	
	„П. П. Његош”	76	41,13	2,04	41,00	40,66	41,60	38	44	
	„Радојка Лакић”	64	52,25	2,74	51,00	51,57	52,93	49	57	
„Иван Гундулић”	82	48,05	7,45	57,00	46,41	49,68	37	57		
СО ₂ (ppm)	„А. Милосављевић”	99	1470,14	181,71	1628,00	1433,90	1506,38	1122	1629	32,69 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	1537,75	101,32	1560,00	1513,22	1562,28	1375	1653	
	„Никола Тесла”	77	1180,69	320,02	1046,00	1108,05	1253,32	834	1645	
	„И. Горан Ковачић”	61	6177,41	7650,61	1082,00	4218,00	8136,82	718	17040	
	„Скадарлија”	78	1113,83	278,35	1195,00	1051,08	1176,59	604	1410	
	„Стеван Сремац”	77	822,34	90,67	818,00	801,76	842,92	703	930	
	„Дринка Павловић”	53	958,19	77,05	938,00	936,95	979,43	856	1065	
	„П. П. Његош”	76	1395,95	176,82	1471,50	1355,54	1436,35	1165	1602	
	„Радојка Лакић”	64	1191,94	331,08	1020,00	1109,24	1274,64	888	1695	
„Иван Гундулић”	82	873,98	137,54	1071,00	843,75	904,20	718	1071		

Приказ само просечних вредности са стандардном девијацијом, према појединачним школама, дат је у табели 21, која следи.

Табела 21. Приказ просечних IAQ вредности \pm SD за појединачне школе

Школа	А.М.	К.А.	Н.Т.	И.Г.К.	Скад.	С.С.	Д.П.	П.П.Њ.	Р.Л.	И.Г.
Број	77	68	77	45	78	77	53	76	64	82
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	109,16 $\pm 18,44$	162,12 $\pm 41,93$	99,7 $\pm 45,62$	44,72 $\pm 12,48$	58,24 $\pm 18,28$	62,47 $\pm 23,59$	65,68 $\pm 26,9$	103,87 $\pm 8,52$	52,31 $\pm 11,22$	50,4 $\pm 6,22$
F=158,176; p<0,000***										
PM ₁₀ I/O ratio <1/1/>1	1,06 $\pm 0,15$	0,54 $\pm 0,11$	0,81 $\pm 0,29$	0,61 $\pm 0,14$	0,76 $\pm 0,23$	1,03 $\pm 0,34$	0,99 $\pm 0,24$	1,07 $\pm 0,12$	1,02 $\pm 0,22$	1,39 $\pm 0,34$
KW=397,283; p<0,000										
CO (mg/m^3)		1,03 $\pm 0,73$	0,84 $\pm 0,65$	0,57 $\pm 0,5$	0,14 $\pm 0,35$		1 ± 0	0,61 $\pm 0,78$	0,14 $\pm 0,35$	
KW=364,56; p<0,000										
CO ₂ (ppm)	1470,14 $\pm 181,71$	1537,75 $\pm 101,32$	1180,69 $\pm 320,02$	6177,41 $\pm 7650,61$	1113,83 $\pm 278,35$	822,34 $\pm 90,67$	958,19 $\pm 77,05$	1395,95 $\pm 176,82$	1191,94 $\pm 331,08$	873,98 $\pm 137,54$
KW=361,477; p<0,000***										
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9,4 $\pm 1,66$	13,4 $\pm 2,65$	23,84 $\pm 2,77$	23,11 $\pm 2,05$	25,19 $\pm 5,19$	17,81 $\pm 1,56$	26,6 $\pm 3,15$	20,53 $\pm 4,74$	29,52 $\pm 3,26$	28,16 $\pm 3,26$
Толуен ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6,22 $\pm 2,35$	23,47 $\pm 12,58$	17,32 $\pm 7,39$	12,16 $\pm 2,25$	10,07 $\pm 4,37$	6,08 $\pm 1,062$	7,22 $\pm 0,39$	8,28 $\pm 1,08$	27,91 $\pm 9,63$	10,51 $\pm 0,957$
НСНО ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4,30 $\pm 0,25$	1,77 $\pm 0,21$	1,98 $\pm 0,26$	1,59 $\pm 0,11$	0,80 $\pm 0,24$	0,93 $\pm 0,41$	1,57 $\pm 0,13$	1,98 $\pm 0,81$	1,08 $\pm 0,21$	1,37 $\pm 0,17$
Бензен ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5,25 $\pm 1,21$	8,97 $\pm 0,83$	13,17 $\pm 0,56$	8,08 $\pm 0,60$	4,20 $\pm 1,03$	4,56 $\pm 0,29$	4,61 $\pm 0,31$	4,70 $\pm 0,59$	3,58 $\pm 0,63$	3,96 $\pm 0,27$
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	24,27 $\pm 0,97$	21,74 $\pm 2,01$	23,1 $\pm 0,84$	23,48 $\pm 1,51$	22,01 $\pm 0,63$	23,39 $\pm 1,51$	22,77 $\pm 0,8$	22,89 $\pm 0,76$	21,64 $\pm 1,19$	22,87 $\pm 2,42$
F=27,876; p<0,000***										
PVB (%)	46,61 $\pm 3,38$	26,18 $\pm 12,96$	28,77 $\pm 6,85$	32,87 $\pm 7,39$	42,95 $\pm 3,24$	35,81 $\pm 2,81$	35,96 $\pm 5,01$	41,13 $\pm 2,04$	52,25 $\pm 2,74$	48,05 $\pm 7,45$
F=141,776; p<0,000***										
VR l/s/особа	4,90 $\pm 1,09$	4,55 $\pm 0,35$	7,94 $\pm 3,34$	8,08 $\pm 6,10$	9,88 $\pm 7,84$	12,65 $\pm 3,08$	9,70 $\pm 1,61$	5,29 $\pm 0,99$	8,43 $\pm 2,94$	12,03 $\pm 3,35$
K-W=341,21; p<0,000***										
Ftest-Anova, Kruscal Wallis test-K-W *<0,05 **<0,01 ***<0,001										

Анализом просечних вредности загађујућих материја ваздуха у учионици, као и припадајуће стандардне девијације за свих 10 анализираних школа, може се констатовати:

- Да је вредност IAQ PM₁₀ највиша у ОШ „Коста Абрашевић” и износи 162,12 \pm 41,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а најнижа у школи „Иван Горан Ковачић”.
- CO има највише вредности у школи „Коста Абрашевић” и износи 1,03 \pm 0,73 mg/m^3 , а најмања вредност CO је у ОШ „Скадарлија” и ОШ „Радојка Лакић” (0,14 \pm 0,35 mg/m^3). CO₂ има највише вредности у школи „Иван Горан Ковачић” и износи 6177,41 \pm 7650,61 ppm, а најмања вредност CO₂ је у ОШ „Скадарлија” и у ОШ „Иван Гундулић” (873,98 \pm 137,54 ppm).
- Највећа просечна вредност концентрације NO₂ је у школи „Радојка Лакић”, (29,52 \pm 3,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), док је најмања ОШ „Аца Милосављевић” (9,4 \pm 1,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

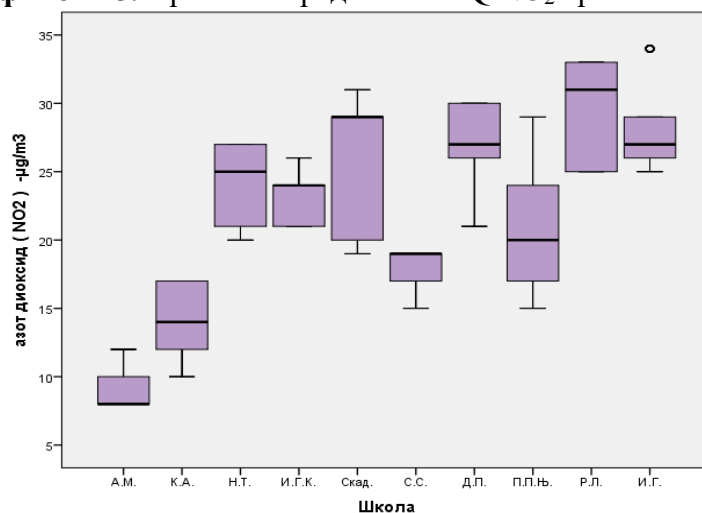
- Толуен има највише вредности у школи „Коста Абрашевић” и износи $23,47 \pm 12,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, док је најмања вредност за тај полутант у школи „Стеван Сремац” ($6,08 \pm 1,062 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Формалдехид има највише вредности у школи „Аца Милосављевић” ($4,30 \pm 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), док је најмања вредност НСНО у ОШ „Скадарлија” ($0,80 \pm 0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Бензен има највише вредности у школи „Никола Тесла” ($13,17 \pm 0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а најмања вредност за ово једињење је у ОШ „Радојка Лакић” ($3,58 \pm 0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Температура ваздуха у учионици је највиша у школи „Аца Милосављевић” ($24,27 \text{C}^\circ$), а релативна влажност у школи „Радојка Лакић” ($52,25\%$).

IAQ просечне вредности према школама – показатељи саобраћајног загађења

Просечне вредности параметара загађујућих материја IAQ учионице, према школама, који су препознати као **показатељи саобраћајног загађења** (азот-диоксид, бензен, угљен-моноксид, формалдехид) приказане су у графиконима који следе.

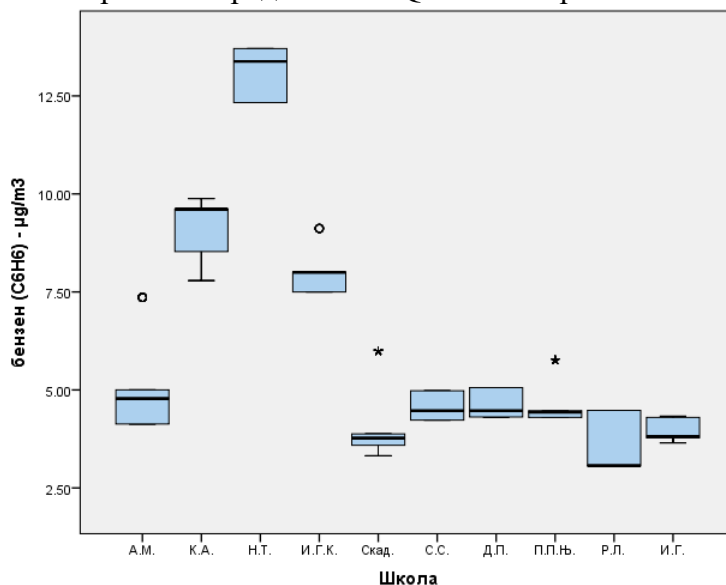
Просечне вредности IAQ NO_2 према основним школама приказане су у графикону 25 и крећу се од минималних $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ до максималних $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ измерених у учионици једне од 10 анализираних школа. Најнижи интервал поузданости има школа „Аца Милосављевић” 95%CI (9,03–9,78), а највише вредности за интервал поузданости има школа „Радојка Лакић”, 95%CI (28,70–30,33).

Графикон 25. Просечне вредности IAQ NO_2 према школама



Статистички значајно највиша вредност IAQ NO₂ је у школи „Радојка Лакић” (29,52±3,26 µg/m³, медијана=31 µg/m³), а најнижу измерену вредност има школа „Аца Милосављевић” (9,40±1,66 µg/m³, медијана=8 µg/m³), (p≤0,0001).

Графикон 26. Просечне вредности IAQ бензена према школама (µg/m³)

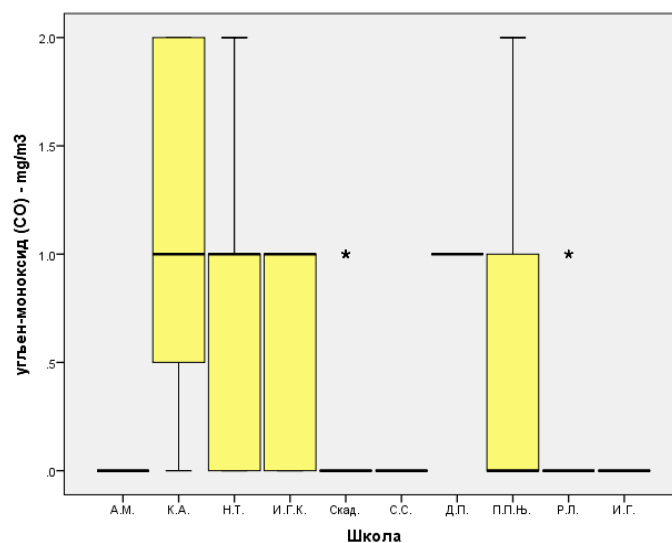


Просечне вредности концентрације IAQ бензена (C₆H₆), према основним школама приказане су на графикону и крећу се од минималних 3,06 µg/m³ до максималних 13,71 µg/m³ измерених у учионици једне од 10 анализираних школа. Најнижи интервал поузданости има школа „Радојка Лакић” 95%CI (3,42–3,74), а највише вредности за интервал поузданости има школа „Никола Тесла”, 95%CI (13,04–13,3).

Статистички значајно највишу вредност има школа „Никола Тесла” (13,17±0,57 µg/m³, медијана=13,38 µg/m³), а најнижу измерену вредност има школа „Радојка Лакић” (3,58±0,64, медијана=3,07), (p≤0,0001).

Просечне вредности IAQ CO према основним школама приказане су на графикону 27 и крећу се од минималних 0 mg/m³ до максималних 2,0 mg/m³ измерених у учионици једне од 10 анализираних школа.

Графикон 27. Просечне вредности IAQ угљен-монооксида (CO) према школама

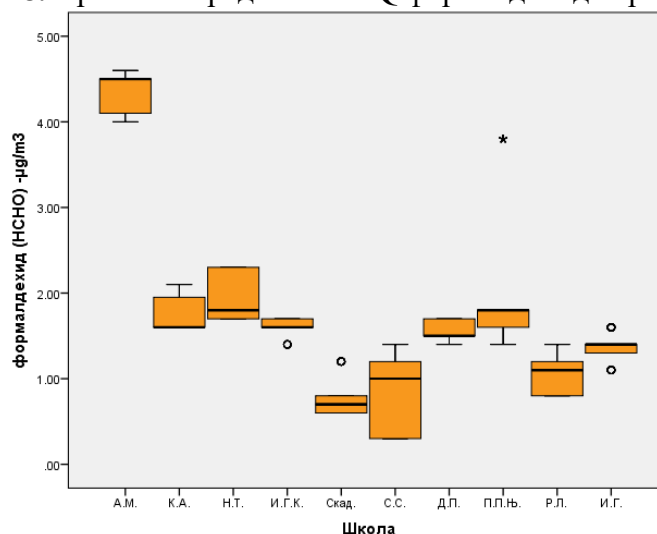


Најнижи интервал поузданости имају три школе, „Аца Милосављевић”, „Стеван Сремац” и „Иван Гундулић” 95% CI (0–0), а највише вредности интервал поузданости има школа „Коста Абрашевић”, 95% CI (0,85–1,21).

Статистички значајно највишу вредност има школа „Коста Абрашевић” ($1,03 \pm 0,73 \text{ mg/m}^3$, медијана= $1,00 \text{ mg/m}^3$), а најнижу измерену вредност имају три школе, „Аца Милосављевић”, „Стеван Сремац” и „Иван Гундулић” (0 ± 0 , медијана= 0), ($p \leq 0,0001$).

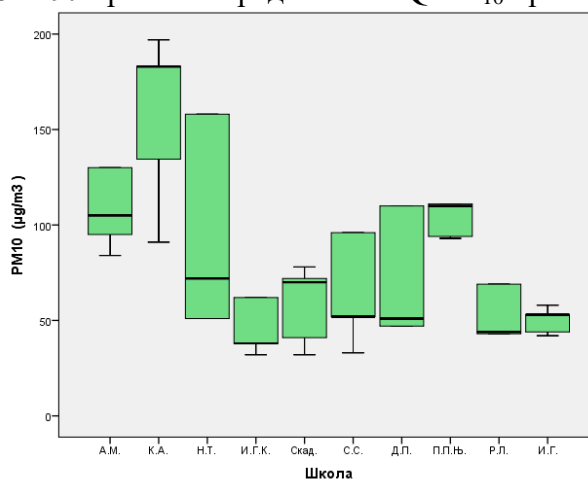
Просечне вредности **формалдехида (НСНО)**, према основним школама, приказане су на графикону 28 и крећу се од минималних $0,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ до максималних $4,6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ измерених у учионици једне од 10 анализираних школа. Најнижи интервал поузданости има школа „Скадарлија” 95%CI (0,6–1,20), а највише вредности интервала поузданости има школа „Аца Милосављевић”, 95%CI (4,25–4,36). Статистички значајно највишу вредност има школа „Аца Милосављевић” ($1,03 \pm 0,73 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, медијана= $1,00 \text{ } \mu\text{g/m}^3$), а најнижу измерену вредност има школа „Скадарлија”, ($4,3 \pm 0,25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, медијана= $4,50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$), ($p \leq 0,0001$).

Графикон 28. Просечне вредности IAQ формалдехида према школама



Просечне вредности IAQ PM_{10} за свих десет школа приказане су на графикону број 29, и крећу се од минималних $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ до максималних $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$, измерених у учионици једне од 10 анализираних школа. Најнижи интервал поузданости има основна школа „Иван Горан Ковачић” $95\%CI$ (41,53–47,92), а највише вредности интервала поузданости има основна школа „Коста Абрашевић”, $95\%CI$ (151,97–172,27).

Графикон 29. Просечне вредности IAQ PM_{10} према школама



Статистички значајно највишу вредност има школа „Коста Абрашевић” ($162,12 \pm 41,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, медијана= $183,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а најнижу измерену вредност има школа „Иван Горан Ковачић”, ($44,72 \pm 12,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, медијана= $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ($p \leq 0,0001$).

У табели која следи приказане су вредности параметара квалитета ваздуха у односу на граничне или препоручене вредности анализираних параметара за IAQ.

Табела 22. Вредности параметара IAQ у односу на граничне или препоручене вредности – према појединачним школама

Школа	А.М.	К.А.	Н.Т.	И.Г.К.	Скад.	С.С.	Д.П.	П.П.Њ.	Р.Л.	И.Г.
NO₂ ≤ 40 μg/m ³	77	68	54	25	78	77	0	14	18	0
%	100,0	100,0	70,1	55,6	100,0	100,0	0,0	21,9	100,0	0,0
sign	$\chi^2 = 414,89; p < 0,0001^{***}$									
Бензен > 5 μg/m ³	18	68	77	45	19	0	17	18	0	0
%	23,4	100,0	100,0	100,0	24,4	0,0	32,1	23,7	0,0	0,0
sign	$\chi^2 = 469,172; p < 0,0001^{***}$									
формалдехид >100 μg/m ³	77	68	77	45	19	32	53	76	44	82
%	100,0	100,0	100,0	100,0	24,4	41,6	100,0	100,0	68,8	100,0
sign	$\chi^2 = 376,853; p < 0,0001^{***}$									
CO₂ ≥ 1000 ppm	99	68	54	30	62	0	22	76	44	20
%	100,0	100,0	70,1	49,2	79,5	0,0	41,5	100,0	68,8	24,4
sign	$\chi^2 = 359,539; p < 0,0001^{***}$									
CO > 3.0	0	51	54	35	11	0	53	32	9	0
%	0,0	75,0	70,1	57,4	14,1	0,0	100,0	42,1	14,1	0,0
sign	$\chi^2 = 377,52; p < 0,0001^{***}$									
Изван зоне комфора	99	35	77	25	62	18	12	36	0	13
%	100,0	51,5	100,0	41,0	79,5	23,4	22,6	47,4	0,0	15,9
sign	$\chi^2 = 345,06; p < 0,0001^{***}$									
IAQ PM₁₀ (μg/m³)										
0-50	0	0	0	41	31	18	17	0	37	31
%	0,0	0,0	0,0	67,2	39,7	23,4	32,1	0,0	57,8	37,8
50.1-80	0	0	43	20	47	38	22	0	27	51
%	0,0	0,0	55,8	32,8	60,3	49,4	41,5	0,0	42,2	62,2
> 80.1	99	68	34	0	0	21	14	76	0	0
%	100,0	100,0	44,2	0,0	0,0	27,3	26,4	100,0	0,0	0,0
sign	$\chi^2 = 627,093; p < 0,0001^{***}$									
IAQ PM₁₀ > 50 μg/m³										
> 50.0	99	68	77	20	47	59	36	76	27	51
%	100,0	100,0	100,0	32,8	60,3	76,6	67,9	100,0	42,2	62,2
sign	$\chi^2 = 225,91; p < 0,0001^{***}$									
Ventilation rate < 8 l/s /по особи										
3-8	99	68	54	30	62	0	10	76	18	20
%	100,0	100,0	70,1	49,2	79,5	0,0	18,9	100,0	28,1	24,4
sign	$\chi^2 = 402,26; p < 0,0001$									
PM₁₀ Indoor /Outdoor ratio > 1,0;										
>1.0	61	0	23	0	16	24	12	44	18	68
%	61,6	0,0	29,9	0,0	20,5	31,2	22,6	57,9	28,1	82,9
sign	$\chi^2 = 356,71; p < 0,0001^{***}$									

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

ОШ „Дринка Павловић” и „Иван Гундулић” имају вредности **NO₂ изнад 40μg/m³**. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности NO₂ међу школама ($\chi^2 = 414,89; p < 0,0001$).

Концентрације IAQ бензена изнад $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ има три од 10 школа. У ваздуху учионица ОШ „Стеван Сремац”, „Радојка Лакић” и „Иван Гундулић” измерене су концентрације бензена испод $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=469,172$; $p<0,0001$).

Формалдехид изнад $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ измерен је у ваздуху учионица у 7 од 10 школа. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=376,853$; $p<0,0001$).

Концентрација $\text{CO}_2 \geq 1000 \text{ ppm}$ измерена је у ваздуху **свих** учионица у три од десет школа, док је у ваздуху учионица у три од десет школа било мање од 50% изложених концентрацији $\text{CO}_2 \geq 1000 \text{ ppm}$. Једино је у ваздуху учионица у школи „Стеван Сремац” концентрација CO_2 била испод 1000 ppm у укупном узорку.

Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=359,539$; $p<0,0001$).

Анализом вредности датих за одређене квантитативне параметре, које дефинишу зону комфора у просторима предвиђеним за едукацију (ASHRAE), као што су: температура ваздуха од 18 до 23°C, релативна влажност ваздуха од 30 до 75% и заузетост простора у учионици од $>2,2 \text{ m}^2/\text{ученик}$, може се констатовати да су у школи „Радојка Лакић” све учионице у зони комфора, док су у школама „Никола Тесла” и „Аца Милосављевић” све учионице обухваћене истраживањем ван зоне комфора. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији учионица (ђака) у односу на зону термалног комфора, међу посматраним школама ($\chi^2=345,06$; $p<0,0001$).

IAQ $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ измерено је у четири од 10 школа, у случају анализе квалитета ваздуха у учионици. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=225,91$; $p<0,0001$).

Ventilation rate $< 8 \text{ l/s}$ по особи има три од 10 школа. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=402,26$; $p<0,0001$). Једино су у школи „Стеван Сремац” измерене вредности за *Ventilation rate* које се уклапају у стандарде зоне термалног комфора.

PM₁₀ I/O ratio >1,0 има три од 10 школа. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=402,26$; $p<0,0001$).

IAQ концентрације NO₂ крећу се у оквиру ГВ ($\leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) у пет од 10 школа. Истоветан однос важи и за вредности овог параметра измерене у амбијенталном ваздуху, непосредно испред учионица. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности NO₂ међу школама ($\chi^2=414,89$; $p<0,0001$). Све измерене вредности NO₂ су мање од $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Б. Квалитет амбијенталног ваздуха испред учионица (OAQ)

Просечне вредности концентрације полутаната OAQ по школама, приказане су у табели 23 и табели 24, док су вредности температуре ваздуха, релативна влажност и концентрација CO₂ у амбијенталном ваздуху дате у табели 25.

Просечне вредности концентрације **OAQ NO₂** крећу се у распону од минималних $15,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Аца Милосављевић“ до максималних $47,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Дринка Павловић“. Просечним вредностима изнад препоручених $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ изложено је укупно 276 деце (37,35%), и то у 5 од 10 основних школа из истраживања. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности NO₂ међу школама ($p<0,0001$). У 5 од 10 школа, средња вредност концентрација **OAQ** за **бензен**, била је изнад препоручених $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Распон средњих вредности кретао се од минималних $3,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Иван Гундулић“ до максималних $10,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Никола Тесла“. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности бензена међу школама ($p<0,0001$).

Распон средњих вредности концентрација **OAQ** за **толуен** кретао се од минималних $4,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Аца Милосављевић“ до максималних $88,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Скадарлија“. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности толуена међу школама ($p<0,0001$).

Табела 23. Просечне вредности загађујућих материја у амбијенталном ваздуху испред учионице према појединачним школама (ОАQ)/1

Просечне вредности	Основне школе	N	Mean	SD	Медијана	95% interval		Min.	Max.	F test, KW test*sig
						Доња	Горња			
NO ₂ (µg/m ³)	„А. Милосављевић“	77	15,83	1,30	17,00	15,54	16,13	14	17	309,48 0,000
	„Коста Абрашевић“	68	25,01	2,49	25,00	24,41	25,62	21	28	
	„Никола Тесла“	77	40,25	7,49	39,00	38,55	41,95	31	51	
	„И. Горан Ковачић“	45	42,89	12,06	36,00	39,26	46,51	30	56	
	„Скадарлија“	78	28,78	3,72	27,00	27,94	29,62	26	36	
	„Стеван Сремац“	77	21,68	1,11	22,00	21,42	21,93	20	23	
	„Дринка Павловић“	53	47,26	3,86	49,00	46,20	48,33	41	51	
	„П. П. Његош“	64	42,75	4,58	44,00	41,60	43,90	35	47	
	„Радојка Лакић“	18	35,00	0,00	35,00	35,00	35,00	35	35	
„Иван Гундулић“	37	45,84	2,02	44,00	45,16	46,51	44	48		
Бензен (µg/m ³)	„А. Милосављевић“	77	5,00	0,55	4,82	4,87	5,12	4,24	5,60	951,13 0,000
	„Коста Абрашевић“	68	9,53	1,15	9,19	9,26	9,81	8,51	11,32	
	„Никола Тесла“	77	10,62	0,62	11,04	10,48	10,77	9,60	11,06	
	„И. Горан Ковачић“	45	8,38	0,63	8,61	8,19	8,57	7,55	9,17	
	„Скадарлија“	78	4,60	0,96	3,79	4,38	4,82	3,74	6,04	
	„Стеван Сремац“	77	4,52	0,31	4,39	4,45	4,59	4,27	5,01	
	„Дринка Павловић“	53	5,61	0,33	5,66	5,52	5,70	5,28	6,04	
	„П. П. Његош“	64	4,73	0,18	4,84	4,68	4,77	4,40	4,86	
	„Радојка Лакић“	18	3,56	0,00	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	
„Иван Гундулић“	37	3,39	0,03	3,42	3,38	3,40	3,36	3,42		
Толуен (µg/m ³)	„А. Милосављевић“	77	4,18	0,88	3,75	3,98	4,37	3,40	5,70	* 435,95 0,000
	„Коста Абрашевић“	68	21,12	21,95	8,44	15,81	26,43	5,92	56,07	
	„Никола Тесла“	77	9,37	0,37	9,48	9,28	9,45	8,77	9,82	
	„И. Горан Ковачић“	45	11,11	1,25	10,80	10,73	11,48	10,03	13,33	
	„Скадарлија“	78	88,50	159,78	7,13	52,47	124,52	6,10	400,98	
	„Стеван Сремац“	77	5,68	0,79	5,31	5,50	5,86	4,94	6,94	
	„Дринка Павловић“	53	7,34	0,88	7,68	7,10	7,58	6,26	8,41	
	„П. П. Његош“	64	5,76	0,40	5,66	5,66	5,86	5,26	6,35	
	„Радојка Лакић“	18	15,00	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
„Иван Гундулић“	37	10,24	1,89	11,96	9,61	10,87	8,21	11,96		
Етил - бензен (µg/m ³)	„А. Милосављевић“	77	0,38	0,02	0,38	0,38	0,39	,36	,41	174,76 0,000
	„Коста Абрашевић“	68	0,83	0,11	0,86	0,80	0,86	,66	,97	
	„Никола Тесла“	77	1,73	0,40	1,76	1,64	1,82	1,15	2,12	
	„И. Горан Ковачић“	45	2,38	0,27	2,41	2,30	2,46	2,06	2,78	
	„Скадарлија“	78	1,50	0,81	0,90	1,32	1,69	,83	2,92	
	„Стеван Сремац“	77	0,76	0,17	0,68	0,72	0,80	,64	1,03	
	„Дринка Павловић“	53	1,39	0,17	1,43	1,35	1,44	1,16	1,61	
	„П. П. Његош“	64	1,06	0,06	1,09	1,05	1,08	,96	1,10	
	„Радојка Лакић“	18	2,29	0,00	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	
„Иван Гундулић“	37	1,24	0,03	1,27	1,23	1,25	1,21	1,27		

Распон средњих вредности концентрација ОАQ за етил-бензен кретао се од минималних 0,38 µg/m³ у школи „Аца Милосављевић“ до максималних 2,39 µg/m³ у школи „Иван Горан Ковачић“. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности етил-бензена међу школама (p<0,0001).

Распон средњих вредности концентрација **ОАQ** за **ксилен** кретао се од минималних $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Аца Милосављевић“ до максималних $10,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Радојка Лакић“. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности ксилена међу школама ($p < 0,0001$).

Распон средњих вредности концентрација **ОАQ** за **формалдехид** кретао се од минималних $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Скадарлија“ до максималних $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Аца Милосављевић“. Све измерене вредности значајно су испод препоручене граничне вредности $100,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности формалдехида међу школама ($p < 0,0001$).

Распон средњих вредности концентрација **ОАQ** за **СО** кретао се од немерљиво ниских вредности ($0,0 \text{mg}/\text{m}^3$) у школама „Аца Милосављевић“, "Скадарлија" и "Иван Гундулић" до максималних $1,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи „Никола Тесла“. Све измерене вредности значајно су испод препоручене граничне вредности $3,0 \text{mg}/\text{m}^3$. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности СО међу школама ($p < 0,0001$).

Осим у случају школе "Иван Гундулић", где је средња вредност **ОАQ** за **PM10** била испод препоручених $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, у свих девет преосталих школа вредности су значајно прелазиле ту вредност, са распонем од $51,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи "Радојка Лакић", до $320,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у школи "Коста Абрашевић". Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности формалдехида међу школама ($p < 0,0001$).

Табела 24. Просечне вредности загађујућих материја у амбијенталном ваздуху испред учионице према појединачним школама (ОАQ)/2

Параметар	Основна школа	N	Mean	SD	Medijana	95% Interval		Min.	Max.	F test, KW test*sig
						Доња	Горња			
Ксилен (µg/m ³)	„А. Милосављевић”	77	0,96	0,05	0,95	0,95	0,97	0,89	1,01	* 314,905 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	9,31	1,71	9,28	8,90	9,73	7,20	11,76	
	„Никола Тесла”	77	7,66	0,70	7,82	7,50	7,82	6,55	8,35	
	„И. Горан Ковачић”	45	8,74	0,92	8,77	8,46	9,02	7,72	10,22	
	„Скадарлија”	78	5,32	2,74	3,21	4,70	5,94	2,88	9,89	
	„Стеван Сремац”	77	3,03	0,75	2,57	2,86	3,20	2,52	4,24	
	„Дринка Павловић”	53	5,56	0,81	5,55	5,33	5,78	4,43	6,59	
	„П. П. Његош”	64	4,28	0,27	4,30	4,22	4,35	3,87	4,66	
	„Радојка Лакић”	18	10,91	0,00	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	
	„Иван Гундулић”	37	4,93	0,20	5,11	4,86	4,99	4,71	5,11	
НСНО (µg/m ³)	„А. Милосављевић”	77	0,66	0,15	0,60	0,62	0,69	,50	,90	* 442,540 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	0,44	0,09	0,50	0,42	0,47	,30	,50	
	„Никола Тесла”	77	0,60	0,00	0,60	0,60	0,60	,60	,60	
	„И. Горан Ковачић”	45	0,46	0,05	0,50	0,44	0,47	,40	,50	
	„Скадарлија”	78	0,23	0,07	0,20	0,21	0,24	,10	,30	
	„Стеван Сремац”	77	0,60	0,49	0,30	0,49	0,71	,30	1,40	
	„Дринка Павловић”	53	0,30	0,00	0,30	0,30	0,30	,30	,30	
	„П. Петровић Његош”	64	0,28	0,04	0,30	0,27	0,29	,20	,30	
	„Радојка Лакић”	0								
	„Иван Гундулић”	37	0,15	0,05	0,20	0,14	0,17	,10	,20	
СО (mg/m ³)	„А. Милосављевић”	99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	* 509,586 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	1,75	0,82	2,00	1,55	1,95	1	3	
	„Никола Тесла”	77	1,92	1,29	1,00	1,63	2,21	1	4	
	„И. Горан Ковачић”	61	0,90	0,87	1,00	0,68	1,12	0	2	
	„Скадарлија”	78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
	„Стеван Сремац”	77	0,27	0,45	0,00	0,17	0,37	0	1	
	„Дринка Павловић”	53	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1	1	
	„П. П. Његош”	76	0,61	0,49	1,00	0,49	0,72	0	1	
	„Радојка Лакић”	64	0,14	0,35	0,00	0,05	0,23	0	1	
	„Иван Гундулић”	82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
PM ₁₀ (µg/m ³)	„А. Милосављевић”	99	105,84	26,95	82,00	100,46	111,21	75	153	* 424,679 0,000
	„Коста Абрашевић”	68	320,82	137,80	309,00	287,47	354,18	169	549	
	„Никола Тесла”	77	134,00	55,40	141,00	121,43	146,57	55	190	
	„И. Горан Ковачић”	61	80,33	35,63	48,00	71,20	89,45	44	128	
	„Скадарлија”	78	83,64	30,00	96,00	76,88	90,41	30	117	
	„Стеван Сремац”	77	68,27	36,28	41,00	60,04	76,51	34	119	
	„Дринка Павловић”	53	69,85	31,94	52,00	61,05	78,65	36	119	
	„П. П. Његош”	76	98,00	13,86	101,00	94,83	101,17	73	119	
	„Радојка Лакић”	64	51,17	3,44	51,00	50,31	52,03	46	55	
	„Иван Гундулић”	82	38,33	9,65	42,00	36,21	40,45	22	48	

Табела 25. Просечне вредности елемената термалног комфора у амбијенталном ваздуху испред учионице према појединачним школама (ОАQ)

	Основна школа	N	Mean	S.D.	Медијан а	95% Interval		Min.	Max.	F test, KW test*sig
						Доња	Горња			
Т (С°)	„А. Милосављевић”	99	9,16	2,64	11,00	8,63	9,69	6	12	215,997 0,000
	„К. Абрашевић”	68	2,50	0,87	3,00	2,29	2,71	1	3	
	„Никола Тесла”	77	9,90	5,06	10,00	8,75	11,04	3	16	
	„И. Г. Ковачић”	61	17,97	2,46	20,00	17,34	18,60	14	20	
	„Скадарлија”	78	10,88	4,44	10,00	9,88	11,89	7	19	
	„Стеван Сремац”	77	13,44	1,12	13,00	13,19	13,70	12	15	
	„Д. Павловић”	53	9,68	2,40	9,00	9,02	10,34	8	14	
	„П. П. Његош”	76	12,95	1,22	13,00	12,67	13,23	12	15	
	„Радојка Лакић”	64	18,19	2,44	18,00	17,58	18,80	15	21	
РВВ (%)	„А.Милосављевић”	99	74,04	13,28	62,00	71,39	76,69	62	90	112,377 0,000
	„К. Абрашевић”	68	60,25	4,11	62,00	59,26	61,24	54	65	
	„Никола Тесла”	77	38,78	3,38	41,00	38,01	39,55	34	42	
	„И. Г. Ковачић”	61	33,84	5,21	33,00	32,50	35,17	26	39	
	„Скадарлија”	78	68,54	16,03	73,00	64,92	72,15	39	84	
	„Стеван Сремац”	77	56,81	10,64	64,00	54,39	59,22	42	68	
	„Д. Павловић”	53	62,36	4,98	63,00	60,98	63,73	56	70	
	„П. П. Његош”	76	54,74	5,59	55,00	53,46	56,01	46	62	
	„Радојка Лакић”	64	59,23	11,42	56,00	56,38	62,09	45	74	
СО ₂ (ppm)	„А.Милосављевић”	99	410,19	4,88	405,00	409,22	411,17	405	418	26,290 0,000
	„К. Абрашевић”	68	432,10	23,86	442,00	426,33	437,88	393	457	
	„Никола Тесла”	77	425,25	14,94	427,00	421,85	428,64	404	444	
	„И. Г. Ковачић”	61	427,93	15,16	431,00	424,05	431,82	402	439	
	„Скадарлија”	78	380,22	68,25	405,00	364,83	395,61	254	430	
	„Стеван Сремац”	77	404,42	6,69	407,00	402,90	405,93	393	412	
	„Д. Павловић”	53	429,26	23,20	409,00	422,87	435,66	405	461	
	„П. П. Његош”	76	419,79	17,37	425,00	415,82	423,76	399	441	
	„Радојка Лакић”	64	481,75	109,95	441,00	454,29	509,21	423	750	
„Иван Гундулић”	82	421,48	17,98	433,00	417,52	425,43	393	447		

Спољна средња температура ваздуха, имала је распон од минималних 33,84% у школи "Иван Горан Ковачић", до максималних 68,54% у школи "Скадарлија". Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности температуре ваздуха међу школама ($p < 0,0001$).

Средње вредности за ОАQ релативну влажност ваздуха, кретале су се у распону од минималних 2,50 С° у школи "Коста Абрашевић", до максималних 18,19 С° у школи "Радојка Лакић". Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности релативне влажности ваздуха међу школама ($p < 0,0001$).

Средње вредности за ОАQ СО₂, кретале су се у распону од минималних 380,22 ppm у школи "Скадарлија", до максималних 481,75 ppm у школи "Радојка Лакић". Доказана је

статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности ОАQ CO₂ међу школама (p<0,0001).

У табели 26 дате су вредности параметара загађења амбијенталног ваздуха специфичних за саобраћајно загађење ваздуха.

Дозвољене вредности NO₂ (<=40 µg/m³) има пет од 10 школа када се анализира квалитет ваздуха у учионици, а такав је однос и ОАQ у школама; доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности NO₂ међу школама (χ²=414,89; p<0,0001). Све измерене вредности NO₂ су мање од 85 µg/m³

Вредности ОАQ CO ≥3 mg/m³ измерене су у дворишту ОШ „Никола Тесла”, једној од 10 школа. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама (χ²=175,69; p<0,0001). Концентрације овог једињења у амбијенталном ваздуху урбаног простора сматрају се показатељем саобраћајног загађења.

У амбијенталном ваздуху испред четири од 10 школа измерене су концентрације PM₁₀ +50 µg/m³. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама (χ²=627,093; p<0,0001).

Табела 26. Резултати мерења ОАQ према школама пореклом од саобраћаја

Школа	А.М.	К.А.	Н.Т.	И.Г.К.	Скад.	С.С.	Д.П.	П.П.Њ.	Р.Л.	И.Г.
ОАQ NO₂ (µg/m³)										
> 40.0	0	0	23	20	0	0	53	50	0	37
%	0,0	0,0	29,9	44,4	0,0	0,0	100,0	78,1	0,0	100,0
sign	χ ² =414,90; p<0,0001V									
> 85.0	77	68	77	45	78	77	53	64	18	37
sign	Нема тестирања									
CO > 3 mg/m³	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
%	0,0	0,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
sign	χ ² =175,69; p<0,0001***									
ОАQ PM₁₀ (µg/m³)										
0-50.0	0	0	0	25	16	42	12	0	17	82
%	0,0	0,0	0,0	41,0	20,5	54,5	22,6	0,0	26,6	100,0
50.1-80.0	18	0	23	16	19	0	27	12	47	0
%	18,2	0,0	29,9	26,2	24,4	0,0	50,9	15,8	73,4	0,0
> 80.1	81	68	54	20	43	35	14	64	0	0
%	81,8	100,0	70,1	32,8	55,1	45,5	26,4	84,2	0,0	0,0
sign	χ ² =627,093; p<0,0001***									

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

4.2.3. Елементи зоне термалног комфора у учионицама укупно и по појединачним школама

За разлику од претходно изложених резултата, којима су евалуиране квантитативне вредности измерених параметара амбијенталног ваздуха и ваздуха затвореног простора са дескриптивном статистиком и елемената термалног комфора, у овом делу биће презентоване корелације елемената зоне термалног комфора са окренутошћу изабраних учионица према улици/дворишту и учесталошћу проветравања учионица у којима су вршена мерења. Суштина оваквог приступа је доказана међузависност изабраних параметара.

4.2.3.1. Степен проветрености простора (VR), PM₁₀ IAQ/OAQ ratio

A. VENTILATION RATE (VR). Просечне вредности VR приказане су за 10 школа (табела 27).

Табела 27. Просечне вредности *ventilation rate*, као и односа PM₁₀ IAQ/OAQ ratio

	ОШ	N	Просек	SD	Медијана	95% CI		Min	Max
						Доња	Горња		
VR	„А. Милосављевић”	99	4,90	1,09	4,63	4,69	5,12	4,08	7,10
	„Коста Абрашевић”	68	4,55	0,35	4,47	4,46	4,63	4,11	5,09
	„Никола Тесла”	77	7,94	3,34	7,79	7,18	8,70	4,11	12,56
	„И. Горан Ковачић”	61	8,08	6,10	10,80	6,52	9,64	0,30	15,82
	„Скадарлија”	78	9,88	7,85	6,54	8,11	11,65	4,33	25,13
	„Стеван Сремац”	77	12,64	3,08	12,32	11,95	13,34	9,45	16,89
	„Дринка Павловић”	53	9,70	1,61	9,45	9,26	10,15	7,58	12,14
	„П. П. Његош”	76	5,29	0,99	4,80	5,06	5,51	4,31	6,65
	„Радојка Лакић”	64	8,43	2,95	8,80	7,70	9,17	3,99	11,47
	„Иван Гундулић”	82	12,03	3,35	12,50	11,29	12,77	7,84	16,08
	Укупно	735	8,28	4,67	7,10	7,94	8,62	0,30	25,13
PM ₁₀ I/O ratio	„А. Милосављевић”	99	1,06	0,15	1,12	1,03	1,09	0,85	1,23
	„Коста Абрашевић”	68	0,54	0,11	0,59	0,51	0,57	0,36	0,66
	„Никола Тесла”	77	0,81	0,29	0,93	0,75	0,88	0,39	1,12
	„И. Горан Ковачић”	61	0,61	0,14	0,51	0,57	0,64	0,48	0,83
	„Скадарлија”	78	0,77	0,23	0,73	0,71	0,82	0,38	1,07
	„Стеван Сремац”	77	1,03	0,34	0,81	0,95	1,11	0,79	1,53
	„Дринка Павловић”	53	0,99	0,24	0,90	0,93	1,06	0,74	1,42
	„П. П. Његош”	76	1,07	0,12	1,10	1,05	1,10	0,92	1,29
	„Радојка Лакић”	64	1,02	0,22	0,93	0,97	1,07	0,81	1,35
	„Иван Гундулић”	82	1,40	0,34	1,38	1,32	1,47	0,92	1,91
	Укупно	735	0,94	0,33	0,92	0,92	0,97	0,36	1,91

Доказана је статистички значајна разлика у просечној вредности међу школама ($p < 0,0001$). Просечне вредности VR према основним школама крећу се од минималних 0,30 до максималних 25,15 измерених у учионици једне од 10 испитиваних школа. Најнижи интервал поузданости има ОШ „Коста Абрашевић” 95%CI (4,46–4,63), а

највише вредности за интервал поузданости има ОШ „Стеван Сремац”, 95%CI (11,95–13,34). Статистички значајно највишу вредности има ОШ „Стеван Сремац” (12,64±3,08, медијана=12,32), а најнижу измерену вредност има ОШ „Коста Абрашевић” (4,55±0,35, медијана=4,47), ($p \leq 0,0001$).

Вредности PM₁₀ I/O ratio у основним школама крећу се од минималних 0,36 до максималних 1,91 измерених у учионицама једне од 10 испитиваних школа. Најнижи интервал поузданости има школа „Коста Абрашевић” 95%CI (0,51–0,57), а највише вредности за интервал поузданости има школа „Иван Гундулић”, 95% CI (1,32–1,47). Статистички значајно највишу вредност има школа „Иван Гундулић” (1,4±0,34, медијана=1,38), а најнижу измерену вредност има школа „Коста Абрашевић”, медијана=0,59 ($p \leq 0,0001$).

У табели 28, приказана је дистрибуција ученика у односу на зону комфора (т.ј. њихове прихватљиве вредности) у односу на окренутост учионица према улици или дворишту.

Табела 28. Дистрибуција ученика у односу на услове термалног комфора према окренутости учионица у школама

Школа	Зона комфора задовољена Да/Не	Окренутост учионице				Укупно		χ^2 , p sign
		Школско двориште		Улица		N	%	
		N	%	N	%			
„Аца Милосављевић”	Да	0	0,0	0	0,0	0	0,0	нема
	Не	99	100,0	0	0,0	99	100,0	
	Укупно	99	100,0	0	0,0	99	100,0	
„Коста Абрашевић”	Да	26	52,0	7	38,9	33	48,5	0,911 0,340/ns
	Не	24	48,0	11	61,1	35	51,5	
	Укупно	50	73,5	18	26,5	68	100,0	
„Никола Тесла”	Да	0	0,0	0	0,0	0	0,0	нема
	Не	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Иван Горан Ковачић”	Да	10	38,5	26	74,3	36	59,0	7,916 0,005**
	Не	16	61,5	9	25,7	25	41,0	
	Укупно	26	42,6	35	57,4	61	100,0	
„Скадарлија”	Да	16	27,1	0	0,0	16	20,5	6,482 0,011**
	Не	43	72,9	19	100,0	62	79,5	
	Укупно	59	75,6	19	24,4	78	100,0	
„Стеван Сремац”	Да	59	76,6	0	0,0	59	76,6	нема
	Не	18	23,4	0	0,0	18	23,4	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Дринка Павловић”	Да	0	0,0	41	77,4	41	77,4	нема
	Не	0	0,0	12	22,6	12	22,6	
	Укупно	0	0,0	53	100,0	53	100,0	
„Петар Петровић Његош”	Да	9	75,0	31	48,4	40	52,6	2,860 0,091/ns
	Не	3	25,0	33	51,6	36	47,4	
	Укупно	12	15,8	64	84,2	76	100,0	
„Радојка Лакић”	Да	64	100,0	0	0,0	64	100,0	нема
	Не	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	64	100,0	0	0,0	64	100,0	
„Иван Гундулић”	Да	69	84,1	0	0,0	69	84,1	нема
	Не	13	15,9	0	0,0	13	15,9	
	Укупно	82	100,0	0	0,0	82	100,0	

Анализом вредности VR у школској средини доказана је статистички значајна разлика у школама у вредностима од 3 до 8 l/s/особи у односу на пожељне вредности VR од 8 l/s/особи и више. У ОШ „Иван Горан Ковачић” у учионицама окренутим улици је значајно више деце у вредносној групи са VR од 3 до 8 l/s по особи, него у учионицама окренутим школском дворишту ($p \leq 0,05$).

Табела 29. Дистрибуција ученика у односу на VR – према окренутости учионица у школама

ОШ	VR l/s/особи	Окренутост учионице				Укупно		χ^2 , p sig.
		Школско двориште		Улица		N	%	
		N	%	N	%			
„Аца Милосављевић”	3-8	99	100,0	0	0,0	99	100,0	нема
	≥ 8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	99	100,0	0	0,0	99	100,0	
„Коста Абрашевић”	3-8	50	100,0	18	100,0	68	100,0	нема
	≥ 8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	50	73,5	18	26,5	68	100,0	
„Никола Тесла”	3-8	54	70,1	0	0,0	54	70,1	нема
	≥ 8	23	29,9	0	0,0	23	29,9	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Иван Горан Ковачић”	3-8	9	34,6	21	60,0	30	49,2	3.846 0.05*
	≥ 8	17	65,4	14	40,0	31	50,8	
	Укупно	26	42,6	35	57,4	61	100,0	
„Скадарлија”	3-8	43	72,9	19	100,0	62	79,5	6.482 0.011*
	≥ 8	16	27,1	0	0,0	16	20,5	
	Укупно	59	75,6	19	24,4	78	100,0	
„Стеван Сремац”	3-8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	нема
	≥ 8	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Дринка Павловић”	3-8	0	0,0	10	18,9	10	18,9	нема
	≥ 8	0	0,0	43	81,1	43	81,1	
	Укупно	0	0,0	53	100,0	53	100,0	
„Петар Петровић Његош”	3-8	12	100,0	64	100,0	76	100,0	нема
	≥ 8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	12	15,8	64	84,2	76	100,0	
„Радојка Лакић”	3-8	18	28,1	0	0,0	18	28,1	нема
	≥ 8	46	71,9	0	0,0	46	71,9	
	Укупно	64	100,0	0	0,0	64	100,0	
„Иван Гундулић”	3-8	20	24,4	0	0,0	20	24,4	нема
	≥ 8	62	75,6	0	0,0	62	75,6	
	Укупно	82	100,0	0	0,0	82	100,0	

* $<0,05$ ** $<0,01$ *** $<0,001$

У ОШ „Скадарлија” у учионицама окренутим улици, значајно је више деце у групи са VR од 3 до 8 l/s по особи, него у учионицама окренутим школском дворишту ($p \leq 0,01$). PM_{10} I/O ratio према интервалима у укупном узорку и према појединачним школама је приказан на почетку потпоглавља. У ОШ „Скадарлија” у учионицама окренутим улици је значајно више деце у групи са PM_{10} I/O ratio нижим од 1,0, него у учионицама окренутим школском дворишту ($p \leq 0,1$).

Табела 30. Дистрибуција ученика у односу на I/O ratio – граничне вредности према окренутости учионица у школама

ОШ	PM ₁₀ I/O ratio	Окренутост учионице				Укупно		χ ² , sig. p
		Школско двориште		Улица		N	%	
		N	%	N	%			
„Аца Милосављевић”	< 1	38	38,4	0	0,0	38	38,4	нема
	> 1	61	61,6	0	0,0	61	61,6	
	Укупно	99	100,0	0	0,0	99	100,0	
„Коста Абрашевић”	< 1	50	100,0	18	100,0	68	100,0	нема
	> 1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	50	73,5	18	0,0	68	100,0	
„Никола Тесла”	< 1	54	70,1	0	0,0	54	70,1	нема
	> 1	23	29,9	0	0,0	23	29,9	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Иван Горан Ковачић”	< 1	26	100,0	35	100,0	61	100,0	нема
	> 1		0,0	0	0,0	0	0,0	
	Укупно	26	42,6	35	57,4	61	100,0	
„Скадарлија”	< 1	43	72,9	19	100,0	62	79,5	6.482 0.010**
	> 1	16	27,1	0	0,0	16	20,5	
	Укупно	59	75,6	19	24,4	78	100,0	
„Стеван Сремац”	< 1	53	68,8	0	0,0	53	68,8	нема
	> 1	24	31,2	0	0,0	24	31,2	
	Укупно	77	100,0	0	0,0	77	100,0	
„Дринка Павловић”	< 1	0	0,0	41	0,0	41	77,4	нема
	> 1	0	0,0	12	0,0	12	22,6	
	Укупно	0	0,0	53	100,0	53	100,0	
„Петар Петровић Његош”	< 1	1	8,3	13	20,3	14	18,4	3.798 0.15/ns
	> 1	1	8,3	17	26,6	18	23,7	
	Укупно	10	83,3	34	53,1	44	57,9	
„Радојка Лакић”	< 1	12	15,8	64	84,2	76	100,0	нема
	< 1	37	57,8	0	0,0	37	57,8	
	> 1	9	14,1	0	0,0	9	14,1	
„Иван Гундулић”	Укупно	18	28,1	0	0,0	18	28,1	31.291 0.0001***
	< 1	64	100,0	0	0,0	64	100,0	
	> 1	14	17,1	0	0,0	14	17,1	
	Укупно	68	82,9	0	0,0	68	82,9	
	< 1	82	100,0	0	0,0	82	100,0	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

У ОШ „Петар Петровић Његош” у учионицама окренутим улици је више деце у групи са PM₁₀ I/O ratio нижим од 1,0 него у учионицама окренутим школском дворишту (p=ns), али не статистички значајно.

У ОШ „Иван Гундулић” у учионицама окренутим школском дворишту је значајно више деце у групи са PM₁₀ I/O ratio вишим од 1,0, него у учионицама окренутим школском дворишту (p≤0,0001).

Зона комфора учионице у односу на IAQ загађујуће материје, интервале PM₁₀ < 50 > μg/m³ и концентрацију CO₂ > 1000 ppm приказане су у табели 31.

Табела 31. Зона комфора учионице у односу на интервале IAQ PM₁₀ и CO₂

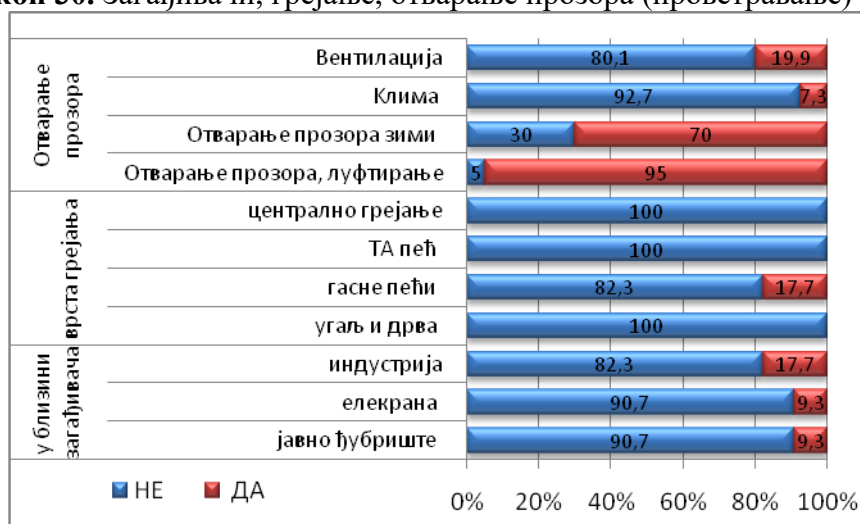
PM ₁₀ IAQ < 50> µg/m ³		CO ₂ <1000 ppm		CO ₂ ≥1000 ppm		Укупно	sig.
		Број	%	Број	%		
PM ₁₀ < 50	Зона комфора	100	85,5	17	14,5	117	17,357 0,000***
	Ван зоне комфора	33	56,9	25	43,1	58	
	Укупно	133	76,0	42	24,0	175	
PM ₁₀ > 50	Зона комфора	91	37,8	150	62,2	241	54,871 0,000***
	Ван зоне комфора	36	11,3	283	88,7	319	
	Укупно	127	22,7	433	77,3	560	
Укупно	Зона комфора	191	53,4	167	46,6	358	98,676 0,000***
	Ван зоне комфора	69	18,3	308	81,7	377	
	Укупно	260	35,4	475	64,6	735	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Статистички значајно је веће учешће PM₁₀ >50 µg/m³ и CO₂ >1000 ppm ван зоне комфора (88,7%) у односу на учионице у зони комфора са истим вредностима PM₁₀ >50 µg/m³ и CO₂ >1000 ppm (62,2%), (p< 0,05).

Статистички значајно веће је учешће PM₁₀ > 50 µg/m³ и CO₂ >1000 ppm ван зоне комфора (88,7%) у односу на учионице у зони комфора са истим вредностима PM₁₀ ≤ 50 µg/m³ и CO₂ >1000 ppm (14,5%), (p<0,001), као и у односу PM₁₀ ≤ 50 µg/m³ и CO₂ >1000 ppm ван зоне комфора (43,1%), (p<0,01).

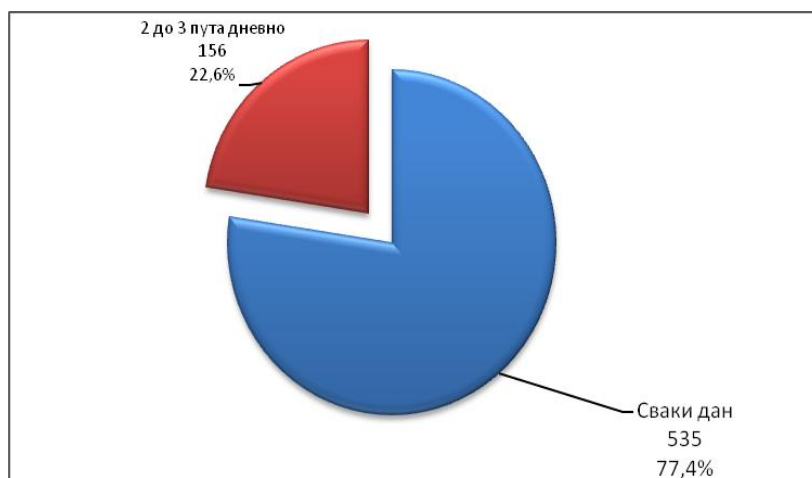
Графикон 30. Загађивачи, грејање, отварање прозора (проветравање) – укупно



Доказана је статистички значајна разлика у начину проветравања учионица (p=0,001), као и у начину грејања, или у врсти оближњих стационарних извора загађења (p=0,001). Значајно је више учионица чији се прозори отварају, те се проветравају подједнаком динамиком и лети и зими. Све учионице обухваћене анализом имају

централно грејање, неке школе догревају учионице гасним пећима. У 18% учионица близина индустријског постројења је значајна.

Графикон 31. Отварање прозора – луфтирање током дана, укупно



Доказана је статистички значајна разлика у проветравању учионица на сваком одмору ($p=0,001$). Значајно је више учионица које се проветравају на сваком одмору у односу на оне које се проветравају више пута дневно. Комфор учионице је опредељен трима условима, то су: оптимална температура ваздуха = 18–23°C, РВВ (%) = 30–75% (40–75%), као и заузетост простора (*occupancy rate*) = 2,2 m²/по детету (лоше је за дете ако је вредност < 2,0 m²/по детету).

4.2.3.2. Концентрација CO₂ у односу на проветравање учионица и фреквентност проветравања

Отварање прозора, фреквентност отварања прозора и концентрација CO₂ IAQ>1000 ppm су повезане, а у табели 32 која следи приказане су према школама.

Прозори се **отварају на сваком одмору** у учионицама у којима наставу похађа 362 ђака, у којима је концентрација CO₂ изнад 1000 ppm. Највеће је учешће ђака који су у учионицама које се проветравају на сваком одмору где је концентрација CO₂ изнад 1000 ppm у школи „Аца Милосављевић” (21,5%), а затим следи школа „Коста Абрашевић” (18,8%). Школа „Стеван Сремац” (0%), као и школа „Иван Горан Ковачић” има најмање деце која су у учионицама са CO₂ изнад 1000 ppm које се проветравају на сваком одмору (2,8%).

Табела 32. Отварање прозора ради проветравања и концентрација CO₂>1000 ppm

ОШ		CO ₂ IAQ (ppm)		Укупно	χ ²	
		CO ₂ <1000	CO ₂ ≥ 1000			
На сваком одмору	„Аца Милосављевић”	Број	0	78	78	374.318 0.000***
		%	0,0	21,5	14,6	
	„Коста Абрашевић”	Број	0	68	68	
		%	0,0	18,8	12,7	
	„Никола Тесла”	Број	0	54	54	
		%	0,0	14,9	10,1	
	„Иван Горан Ковачић”	Број	0	10	10	
		%	0,0	2,8	1,9	
	„Скадарлија”	Број	0	34	34	
		%	0,0	9,4	6,4	
	„Стеван Сремац”	Број	77	0	77	
		%	44,5	0,0	14,4	
	„Дринка Павловић”	Број	31	10	41	
		%	17,9	2,8	7,7	
	„Петар Петровић Његош”	Број	0	44	44	
		%	0,0	12,2	8,2	
	„Радојка Лакић”	Број	20	44	64	
		%	11,6	12,2	12,0	
„Иван Гундулић”	Број	45	20	65		
	%	26,0	5,5	12,1		
Укупно		Број	173	362	535	
		%	100,0	100,0	100,0	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Два до три пута дневно прозори се отварају у укупном узорку у учионицама у којима борави укупно 85 ђака, са измереном концентрацијом CO₂>1000 ppm. Највеће је учешће ђака који су у учионицама са проветравањем на сваком одмору, где је концентрација CO₂>1000 ppm у школи „Петар Петровић Његош” (37,6%), друга у рангу је „Аца Милосављевић” (24,7%), а затим трећа у рангу је школа „Иван Горан Ковачић” (23,5%). Школа „Никола Тесла” (0%), као и школа „Иван Гундулић” има најмање деце која су у учионицама са CO₂>1000 ppm које се проветравају два до три пута дневно (0%).

Табела 33. Отварање прозора ради проветравања и концентрација CO₂>1000 ppm/2

ОШ		CO ₂ IAQ (ppm)		Укупно	χ ²	
		<1000	≥1000			
2–3 пута дневно	„Аца Милосављевић”	Број	0	21	21	106,978 0,000***
		%	0,0	24,7	13,5	
	„Никола Тесла”	Број	23	0	23	
		%	32,4	0,0	14,7	
	„Иван Горан Ковачић”	Број	31	20	51	
		%	43,7	23,5	32,7	
	„Дринка Павловић”	Број	0	12	12	
		%	0,0	14,1	7,7	
	„Петар Петровић Његош”	Број	0	32	32	
		%	0,0	37,6	20,5	
	„Иван Гундулић”	Број	17	0	17	
		%	23,9	0,0	10,9	
Укупно		Број	Број	85	156	
		%	0	100,0	100,0	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Отварање прозора у учионицама, у зимском периоду (табела 34), практикује се у учионицама где борави 286 ђака, са концентрацијом CO₂>1000 ppm. Највеће је учешће ђака који су у учионицама које се зими луфтирају, са концентрацијом CO₂>1000 ppm у школи „Скадарлија” (21,5%), друга у рангу је „Коста Абрашевић” (17%), а затим трећа у рангу школа „Аца Милосављевић” (14,5%). За луфтирањем учионица зими **„нема потребе”**, односно **„прозори се не отварају”** у учионицама са укупно 84 ђака, а где је концентрација CO₂>1000 ppm. Највеће је учешће ђака који су у учионицама које се не луфтирају зими, са концентрацијом CO₂>1000 ppm у школи „Радојка Лакић” (32,1%); друга у рангу је „Аца Милосављевић” (27,4%), а затим трећа у рангу школа „Иван Горан Ковачић” (23,8%). Међу децом која су у учионицама у којима се прозори „не отварају зими због буке” је 76 ђака из две школе, где је концентрација CO₂>1000 ppm, 57 (75%) је у школи „Аца Милосављевић”, а 19 (25%) у школи „Коста Абрашевић”. Доказана је статистички значајна разлика у отварању прозора ради луфтирања уопште, као и у отварању прозора ради луфтирања зими и концентрација CO₂>1000 ppm међу школама, у односу на фреквентност и на разлоге (приказ графикони и табеле, p<0,01).

Табела 34. Отварање прозора ради проветравања зими и концентрација CO₂>1000 ppm

Школе			CO ₂ IAQ (ppm)		Укупно	χ ²
			< 1000	≥1000		
Да	„А. Милосављевић”	N	0	42	42	279,610 0,000
		%	0,0	14,5	8,5	
	„Коста Абрашевић”	N	0	49	49	
		%	0,0	17,0	9,9	
	„Никола Тесла”	N	0	31	31	
		%	0,0	10,7	6,3	
	„Иван Г.Ковачић”	N	15	10	25	
		%	7,2	3,5	5,0	
	„Скадарлија”	N	16	62	78	
		%	7,7	21,5	15,7	
	„Стеван Сремац”	N	77	0	77	
		%	37,2	0,0	15,5	
	„Дринка Павловић”	N	17	22	39	
		%	8,2	7,6	7,9	
	„П. П. Његош”	N	0	36	36	
%		0,0	12,5	7,3		
„Радојка Лакић”	N	20	17	37		
	%	9,7	5,9	7,5		
„Иван Гундулић”	N	62	20	82		
	%	30,0	6,9	16,5		
Укупно		N	207	289	496	
		%	41,7	58,3	100,0	
Не, нема потребе	„Никола Тесла”	N	23	23	46	51,043 0,000
		%	43,4	27,4	33,6	
	„Иван Горан Ковачић”	N	16	20	36	
		%	30,2	23,8	26,3	
	„Дринка Павловић”	N	14	0	14	
		%	26,4	0,0	10,2	
	„Петар Петровић Његош”	N	0	14	14	
%		0,0	16,7	10,2		
„Радојка Лакић”	N	0	27	27		
	%	0,0	32,1	19,7		
Укупно		N	53	84	137	
		%	38,7	61,3	100,0	
Не, због буке	„Аца Милосављевић”	Број	0	57	57	нема
		%	0	75,0	75,0	
	„Коста Абрашевић”	Број	0	19	19	
		%	0	25,0	25,0	
	Укупно		Број	Број	76	
		%	%	100,0	100,0	

4.2.3.3. Корелација елемената термалног комфора у односу на заузетост учионице и на концентрацију CO₂ и VR у учионици

Даљом анализом високих вредности CO₂ (1000 ppm), измерених у току наставе, претпоставља се да су одговорни следећи фактори:

- затворени прозори, чиме се онемогућава доток свежег ваздуха од споља
- неодговарајућа VR, то јест, динамика размене ваздуха (следи из претходног)
- велики број особа присутних по јединици површине простора.

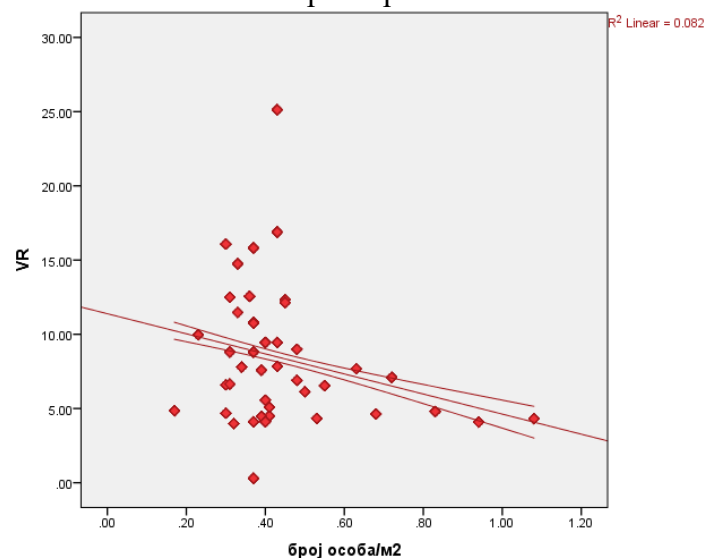
IAQ CO₂ у учионицама се корелира према: броју деце присутне у учионици, учесталости отварања прозора у току наставе; односу CO₂/CO, као и релативној влажности ваздуха, затим CO₂/PM₁₀.

Уколико је однос вредности концентрација IAQ/OAQ PM₁₀ > 1,0 то значи да постоје извори PM₁₀ унутар затвореног простора, поред спољашњих, амбијенталних извора.

Повећане вредности IAQ PM₁₀ могу се довести у везу са следећим параметрима: претрпаност просторије присутним особама, висока концентрација CO₂, високом релативном влажношћу ваздуха.

Корелација вредности VR и броја ученика по m² простора дала је следеће сигнификантности: више вредности степена проветрености учионице (VR ≥ 8 L/s по особи) у учионици у статистички су значајној корелацији са окренутошћу учионице ка дворишту, мање од 20 ученика у учионици, мање од 2 особе по m², односно ≥2 m²/по особи, затим са врстом пода у учионици (дрвени под), зидовима окреченим водонотпорном бојом, отварањем прозора, као и рејим луфтирањем зими.

Графикон 32. Корелација вредности *ventilation rate* (VR) и броја ученика по m² простора



У табелама 1 и 2 у прилогу 2 су приказане Пирсонова корелација за параметријска обележја (корелација IAQ и OAQ у укупном узорку), као и Спирманова корелација за интервалне дистрибуције и корелација са континуираним или атрибутивним параметрима (корелација IAQ и OAQ и према локацији школе). Доказана је статистички

значајна корелација: високе вредности VR које указују на боље стање проветрености простора у корелацији су са нижим вредностима, односно, концентрацијама CO₂ нижим 1000 ppm. Доказана је статистички значајна корелација: вредности VR ≥ 8 l/s/особи су у корелацији са нижим вредностима, односно, концентрацијама CO₂ нижим 1000 ppm; односно, ниским вредностима VR од 3 до 8 l/s/особи, корелирају концентрације CO₂ изнад 1000 ppm.

Табела 35. Корелација VR у односу на IAQ CO₂ и заузетост простора - укупно

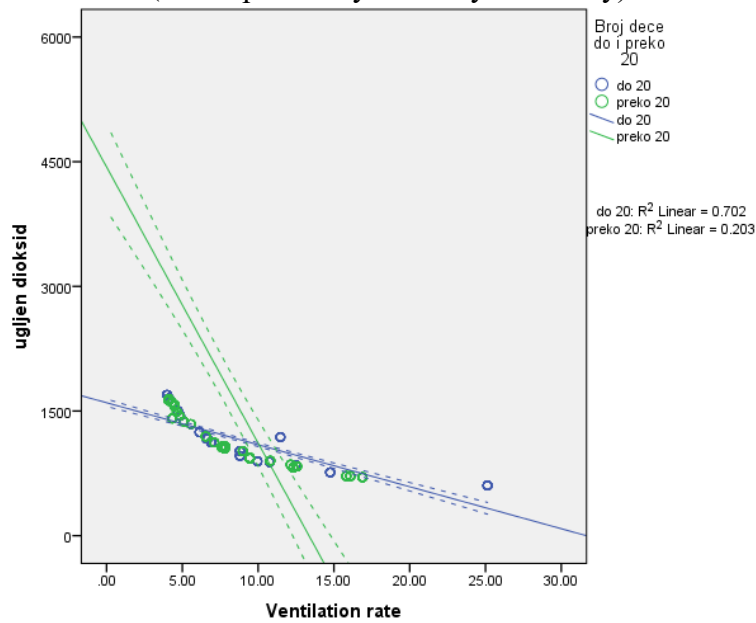
IAQ параметри		VR	VR интервали	Ученици > 20<	>2<m ² / по особи
CO ₂ континуирано обележје	R	-,984**	-,836**	,049	-,379**
	Sig.	0,000	,000	,188	,000
	N	735	735	735	735
CO ₂ интервална дистрибуција	R	-,813**	-,896**	,051	-,406**
	Sig.	,000	,000	,169	,000
	N	735	735	735	735
Ventilation rate	R		,851**	-,089*	,432**
	Sig.	1,000 735	,000	,016	,000
	N		735	735	735
VR интервали	R	,851**		-,129**	,453**
	Sig.	,000	1,000 735	,000	,000
	N	735		735	735

Из овога произилази да је CO₂ добар маркер за процену квалитета ваздуха у учионицама. Доказана је статистички значајна корелација: високе вредности VR су у корелацији са нижим степеном заузетости простора, односно са учионицама у којима борави мање од 20 ученика, односно са његовом пренатрпаномшћу, када је на располагању преко 2 m² простора по детету.

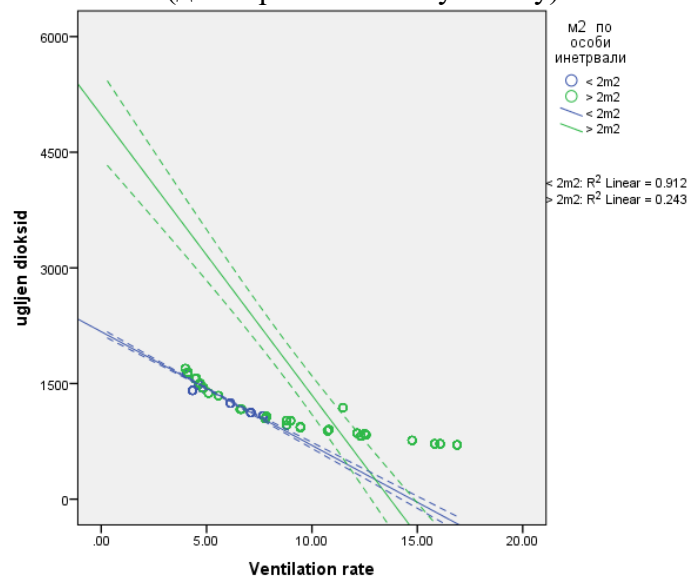
У графиконима 34 и 35 приказана је корелација VR у односу на заузетост простора у којем бораве деца. Доказана је статистички значајна корелација:

- Вредности VR ≥ 8 l/s/особи су у корелацији са степеном заузетости простора, односно са учионицама у којима борави мање од 20 ученика, када је на располагању више од 2 m² простора по детету;
- Високе **IAQ концентрације CO₂** изнад 1000 ppm, измерене у току наставе у корелацији су са степеном заузетости простора < 2 m² по ученику, односно велики број особа присутних по јединици површине простора (високозначајна корелација).

Графикон 34. Корелација VR у односу на IAQ CO₂ и заузетост простора (до и преко 20 ученика у одељењу)



Графикон 35. Корелација VR у односу на IAQ CO₂ и заузетост простора (до и преко 2 m² по ученику)



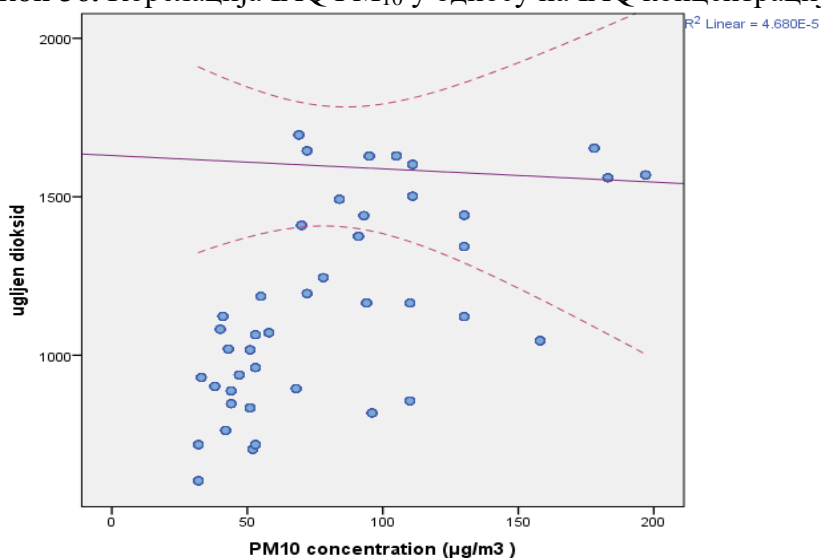
У табели 36 приказана је повезаност IAQ вредности релативне влажности ваздуха, PM₁₀, температуре ваздуха, као основних елемената термалног комфора и IAQ концентрацију CO₂.

Табела 36. Корелација IAQ вредности релативне влажности ваздуха, PM₁₀, температуре ваздуха у односу на IAQ CO₂

		Температура у учионици	Релативна влажност	VR - Comfort	PM 10	CO ₂
CO ₂	R	0,148	0,202	0,242	0,597	0,263
	sig.	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	735	735	735	735	735

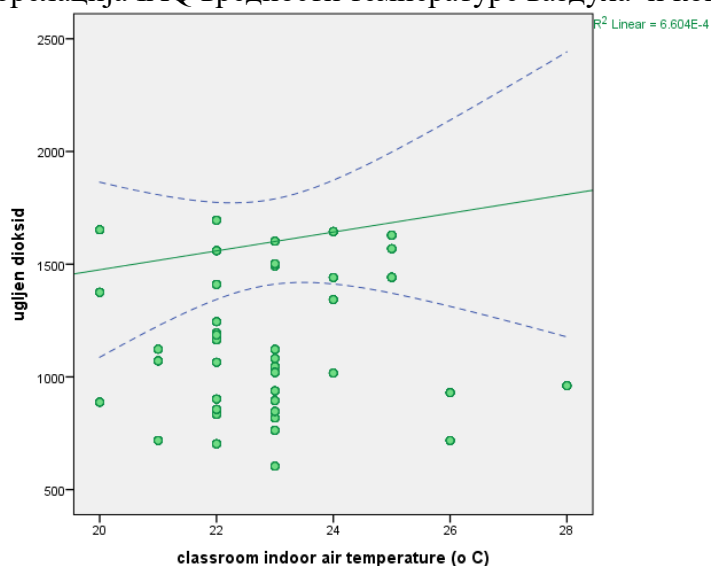
*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Графикон 36. Корелација IAQ PM₁₀ у односу на IAQ концентрацију CO₂



Успостављена је повезаност између повишених вредности CO₂, измерених у току наставе и концентрација CO, као и високог процента релативне влажности ваздуха у учионици, и високе концентрације IAQ PM₁₀ (Пирсонова корелација). Услед истовремене пренатрпаности простора и повећане активности деце у том простору, честа је појава ресуспензије честица, као и услед одређених начина чишћења простора. Виша температура ваздуха у учионици корелира са вишим вредностима CO₂.

Графикон 37. Корелација IAQ вредности температуре ваздуха и концентрације CO₂



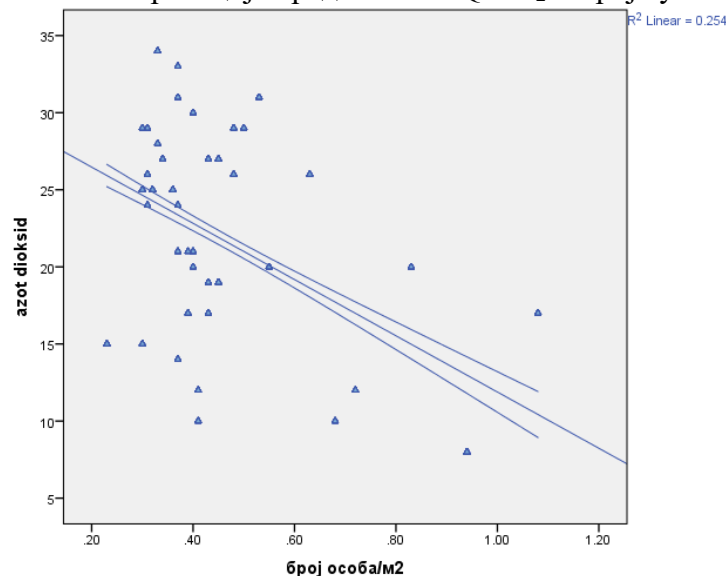
4.2.4. Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку

Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице – заузетост простора учионице, врста пода и зида и кречење/одржавање учионице, приказана је у прилогу рада.

Повезаност наведених активних и пасивних карактеристика учионица, са аспекта начина чишћења учионица, приказана је табеларно у прилогу 2 рада, а у наставку графички и текстуално (корелације у табели 1,2 и 3 за IAQ и табели 4, 5 за OAQ).

Вредности IAQ $\text{NO}_2 > 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ су у статистички значајној корелацији са: окренутошћу учионице ка улици, бројем ученика у учионици преко 20, доступним простором од $>2 \text{ m}^2/\text{особи}$, врстом пода у учионици (пластичним подлогама), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетима или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем боје и облога зидова у последње 1–2 године, учионицама у којима се редовно отварају прозори (корелације у табели 1 за IAQ и табели 4 и 5 за OAQ).

Графикон 38. Корелација вредности IAQ NO_2 и броја ученика/ m^2

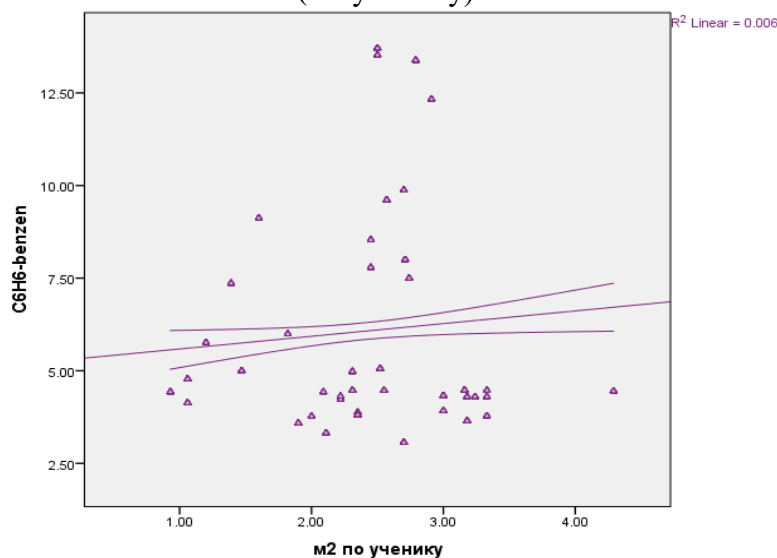


Анализом повезаности IAQ концентрација NO_2 и начина чишћења учионице, закључено је да су више вредности NO_2 у корелацији са: добом дана када се врши чишћење учионица (вече и ноћ); учесталост чишћења (једном дневно или једном недељно); начином чишћења, као и са старостју намештаја испод пет година. У смислу метода чишћења и утицаја на концентрације овог полутанта, више вредности NO_2

повезују се са употребом усисивача и мопа, комбиновано са хемијским средствима којима се чисти. Исти је закључак за вредности $\text{NO}_2 > 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Бензен. Анализом повезаности активних и пасивних карактеристика учионица – начин чишћења закључено је да су више вредности **бензена** у корелацији са добом дана када се чисти – вече и ноћ, учесталости чишћења – више пута дневно, начином чишћења – више вредности су везане за усисавање, комбинацијом са хемијским средством којим се чисти. Исти је закључак и за вредности **бензена изнад $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . **IAQ концентрација бензена** преко $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у учионици у статистички су значајној корелацији са окренутошћу учионице ка улици, бројем ученика у учионици преко 20, зидовима окреченим водоотпорном бојом у последњих годину дана, неотварањем прозора ради проветравања, као и ређим проветравањем зими.

Графикон 39. Корелација концентрације бензена са простором доступним по ученику ($\text{m}^2/\text{ученику}$)



Толуен. Анализом повезаности активних и пасивних карактеристика учионица са начином чишћења, закључено је да су више вредности **толуена** у корелацији са делом дана када се чисти (ујутру), учесталошћу чишћења (више пута дневно), начином чишћења (чишћење мопом), комбинацијом са хемијским средствима и мопом, као и са ређим чишћењем. Више вредности **IAQ концентрација толуена** су у статистички значајној корелацији са окренутошћу учионице ка дворишту, бројем ученика у учионици < 20 , мањим бројем особа по m^2 , подним облогама у учионици (пластичним, као и оним прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, учионицама у којима се отварају прозори.

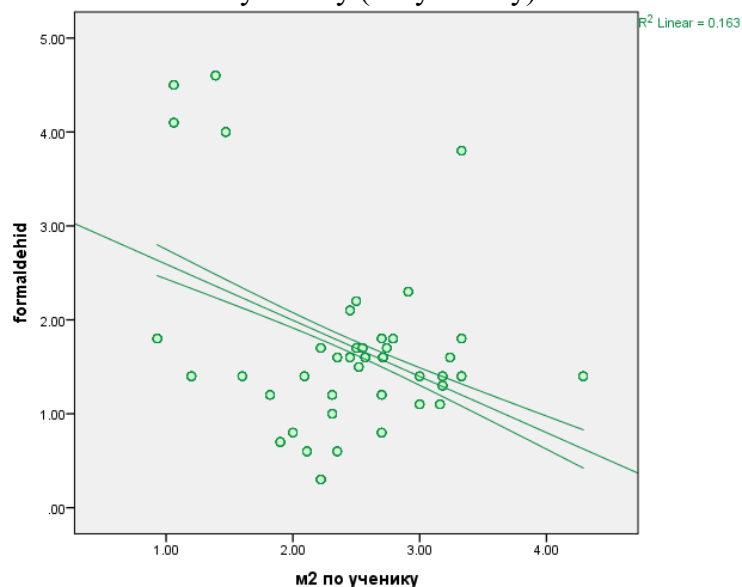
Етил-бензен. Концентрације етил-бензена у корелацији су са учесталошћу чишћења (једном дневно или недељно), начином чишћења – више вредности су повезане за чишћење mopом и усисавањем, као и са ређим чишћењем, комбинацијом са хемијским средствима и mopом, као и са старошћу намештаја преко пет година. Више вредности **IAQ концентрација етил-бензена** су у статистички значајној корелацији са окренутошћу учионице ка улици, бројем ученика у учионици < 20 , мањим бројем особа по m^2 простора, врстом пода у учионици (пластичним, као и оним прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем зидних облога у последње 1–2 године, учионицама са клима уређајем, као и чешћим проветравањем простора зими.

Ксилен. Концентрације ксилена у корелацији су са чишћењем ујутру, начином чишћења – више вредности су повезане за чишћење mopом и усисавањем, као и комбинацијом са хемијским средствима и mopом, али не и са старошћу намештаја. Више вредности **IAQ концентрација ксилена** у учионици су у статистички значајној корелацији са мањим бројем особа по m^2 простора, врстом пода у учионици (пластичним, као и оним прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водонеотпорном бојом, или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем боје и облога зидова у последње 1–2 године.

Формалдехид. Анализом повезаности активних и пасивних карактеристика учионица – начин чишћења закључено је да су више вредности **формалдехида** у корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (једном дневно или једном недељно), начином чишћења – више вредности су повезане за усисавање, комбинацијом са хемијским средством којим се чисти, као и са старошћу намештаја испод пет година (табела 3 из прилога 2). Исти је закључак и за вредности **формалдехида изнад $100 \mu g/m^3$** . Више вредности **IAQ концентрација формалдехида** у учионици су у статистички значајној корелацији са бројем ученика у учионици преко 20, већим бројем особа по m^2 простора, зидовима окреченим водонеотпорном/водоотпорном бојом, или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем боје и облога зидова у последње 1–2 године, учионицама које имају клима уређај, отварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими (графикон 40). Вредности **IAQ формалдехида преко $100 \mu g/m^3$** у корелацији су са учионицама окренутим улици, са бројем деце изнад 20, мање од 2 m^2 по детету, зидовима окреченим пре 1–2 године,

зидовима окреченим водонеотпорном/водоотпорном бојом, или комбинацијом дрвета и тапета, постојањем клима уређаја у учионици, отварањем прозора и проветравањем простора зими.

Графикон 40. Корелација концентрације IAQ формалдехида са простором доступним по ученику ($\text{m}^2/\text{ученику}$)



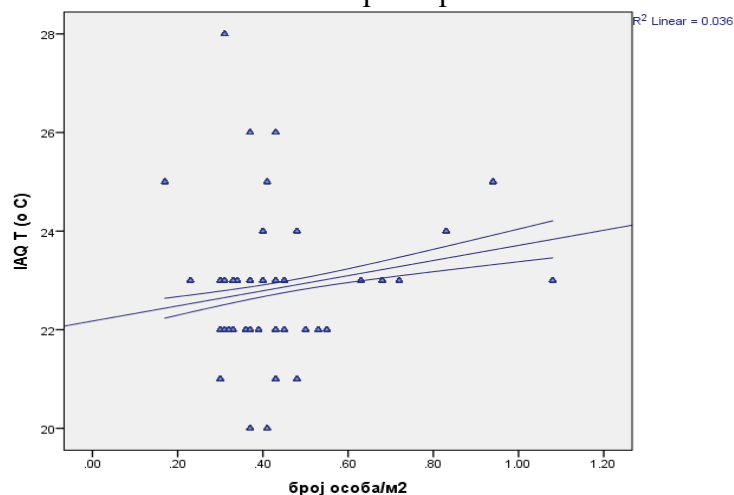
CO₂ (угљен-диоксид). Анализом повезаности активних и пасивних карактеристика учионица, пре свега, начина чишћења, закључено је да су више вредности CO₂ у корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (1 до 2 пута дневно), начином чишћења – више вредности су повезане са чишћењем метлом (сувим чишћењем), као и са старошћу намештаја изнад пет година. Исти је закључак и за вредности CO₂ изнад 1000 ppm. Више вредности IAQ концентрација CO₂ у учионици у статистички су значајној корелацији са окренутошћу учионице ка улици, са већим бројем ученика по m^2 , односно $<2 \text{ m}^2$ расположивог простора по особи, затим са врстом пода у учионици (пластичним подлогама, као и подлогама прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, отварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими.

Вредности IAQ концентрација CO₂ изнад 1000 ppm у статистички су значајној корелацији са окренутошћу учионице ка улици, са већим бројем ученика по m^2 , односно $<2 \text{ m}^2$ расположивог простора по особи, затим са врстом пода у учионици (пластичним, као и подлогама прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, односно

обнављањем боје и облога зидова у последње две и више година, учионицама које имају клима уређај, отварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими.

CO (угљен-моноксид). Концентрација CO је у корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (једном дневно), начином чишћења – више вредности су везане за чишћење усисивачем, без мопа и варикине, сувим чишћењем. Вредности **IAQ концентрација CO** у статистички су значајној корелацији са окренутошћу учионице ка улици, бројем ученика у учионици већим од 20, $\geq 2 \text{ m}^2$ /по особи, затим са врстом пода у учионици (пластичним, као и подлогама прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, кречењем у последњих годину дана, неотварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими.

Графикон 41. Корелација вредности температуре ваздуха у учионици и број ученика по m^2 простора



IAQ температура и релативна влажност ваздуха је у корелацији са бројем деце, m^2 расположивог простора по ученику, врстом подних облога учионице, кречењем зидова водоотпорном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама.

Ventilation rate, VR (динамика проветравања простора). Више вредности VR у учионици су у статистички значајној корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (једном дневно или једном недељно), начином чишћења – више вредности су везане за усисивач, моп, као и са старошћу намештаја испод пет година.

Корелација концентрације полутаната из амбијенталног ваздуха са особинама учионице

У табелама 4 и 5 у Прилогу дате су корелације **ОАQ**. Више вредности **ОАQ NO₂** су у статистички значајној корелацији са: окренутошћу учионице ка улици, доступним простором од $>2 \text{ m}^2/\text{особи}$, врстом пода у учионици (пластичним подлогама), зидовима окреченим беломи водоотпорном бојом, а ниже вредности **NO₂** су у корелацији са тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем боје и облога зидова у последње 1–2 године, учионицама у којима се редовно отварају прозори зими, са чишћењем.

Више концентрације **бензена** из амбијенталног ваздуха је у корелацији са већим бројем деце-преко 20 ученика, мањим вредностима m^2 расположивог простора по ученику, подним облогама учионица, кречењем зидова водоотпорном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама, док су више концентрације **толуена** из амбијенталног ваздуха је у корелацији са окренутошћу од улице, мањим бројем деце (испод 20), већим вредностима m^2 расположивог простора по ученику, подним облогама учионица, кречењем зидова водоотпорном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама, и чишћењем једном дневно ,усисавањем,односно употребом хемијских средстава при чишћењу.

Већа концентрација **етил-бензена** из амбијенталног ваздуха је у корелацији са окренутошћу ка улици , као и са бројем деце изнад 20, расположивим простора изнад 2 м по ученику, са подним облогама учионице, али онима који немају дрво или пластику,односно покривени су са тепихом преко бетонског пода – када вредност етил бензина расте. У обрнутој је корелацији са кречењем зидова полудисперзивном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама.Расту концентрације у учионицама креченим водоотпорном бојом ,као и код чишћења 2-3 пута дневно , односно употребом хемијских средстава при чишћењу.

. Већа концентрација **ксилена** из амбијенталног ваздуха је у корелацији са окренутошћу ка дворишту , као и са бројем деце изнад 20, расположивим простора изнад 2 м по ученику, са подним облогама учионице, -односно покривени су са тепихом преко бетонског пода – када вредност ксилена расте. У обрнутој је корелацији са кречењем зидова полудисперзивном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама а концентрације расту концентрације у учионицама креченим водоотпорном

бојом. Расту концентрације код сувог чишћења , односно код влажног - употребом хемијских средстава при чишћењу.

Већа концентрација **формалдехида** из амбијенталног ваздуха је у корелацији са бројем деце изнад 20, мање расположивог простора по ученику, али не са подним облогама учионице, осим са тепихом преко бетонског пода – када вредност формалдехида расте. У обрнутој је корелацији са кречењем зидова водоотпорном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама. Расту концентрације код сувог чишћења , односно код нелуфтирања зими, и намештаја испод 5 година старости.

ОАQ Концентрације CO₂ и CO су у корелацији са бројем деце, то јест m²/ученику. Такође су у корелацији са подном облогом учионице. У корелацији су са кречењем зидова водоотпорном бојом када вредност CO₂ опада, а вредност CO расте, тапетама када и CO₂ и CO расту. CO је у корелацији са облогама од дрвета и тада расте вредност CO.

Температура и релативна влажност амбијенталног ваздуха испред учионице су у корелацији са бројем деце, m² по ученику, облогом подова учионице, кречењем зидова водоотпорном бојом, облогама од дрвета и тапетама, нелуфтирањем учионица и са намештајем испод 5 година старости.

ОАQ PM₁₀ (интервална дистрибуција) је у корелацији са окренутошћу учионице ка улици, као и са већим бројем деце, мање m² по ученику, али није са подним облогама учионице. **ОАQ PM₁₀** је у директној корелацији са кречењем зидова водоотпорном бојом, зидним облогама од дрвета и тапетама.

Концентрација вредности **ОАQ PM₁₀** је у корелацији са окренутошћу учионице ка улици, као и са већим бројем деце, мање m² по ученику, као и са облогом подова учионице, кречењем зидова водоотпорном бојом, облогама од дрвета и тапетама, код нелуфтирања зими (због буке), као и код влажног чишћења учионица и код старости амештаја од 5-6 година.

4.2.4.1. Корелација концентрације IAQ PM₁₀, PM₁₀ I/O ratio, CO₂ и пасивних карактеристика учионице

Однос концентрација полутанта измерених унутар датог простора и ван њега (амбијентални ваздух), представља показатељ значајности извора загађења, лоцираног унутар датог простора. Овај однос може варирати у зависности од тог извора и концентрације истог полутанта у амбијенталном ваздуху испред учионице (табела 26). Полутанти могу мигрирати из спољашњег у унутрашњи простор, па извори загађења ваздуха лоцирани у спољашњем амбијенту (стационарни, мобилни) могу значајно повећати вредност самог полутанта унутар саме просторије.

Табела 37. Повезаност IAQ PM₁₀, PM₁₀ I/O ratio и пасивних карактеристика учионице/1

PM ₁₀ IAQ		Улица, двориште	Број присутне деце	Број особа /m ²	m ² / особи	Под	Зидне облоге	Обнова боје/ кречење	Клима уређај	Отвара- ње прозора ДА/НЕ	Отвара- ње прозора зими
PM ₁₀ µg/m ³	R	0,047	0,146	0,101	-0,203	-0,108	0,229	0,135	-0,130	-0,359	0,294
	sig.	0,203	0,000	0,006	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
> 50 µg/m ³	R	-0,007	0,281	0,090	-0,191	-0,145	0,226	0,225	-0,026	-0,132	0,269
	sig.	0,843	0,000***	0,015*	0,000***	0,000***	0,00***	0,000***	0,478	0,000***	0,000***
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
I/O ratio	R	-0,147	-0,188	-0,143	0,026	-0,353	-0,312	0,150	-0,005	0,282	0,054
	sig.	0,000***	0,000***	0,000***	0,511	0,000***	0,00***	0,000***	0,897	0,000***	0,147
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
I/O ratio интерв.	R	-0,106	-0,148	-0,122	0,023	-0,206	-0,022	0,199	-0,008	0,191	0,071
	sig.	0,004	0,000***	0,001**	0,568	0,000***	0,563	0,000***	0,821	0,000***	0,060
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709

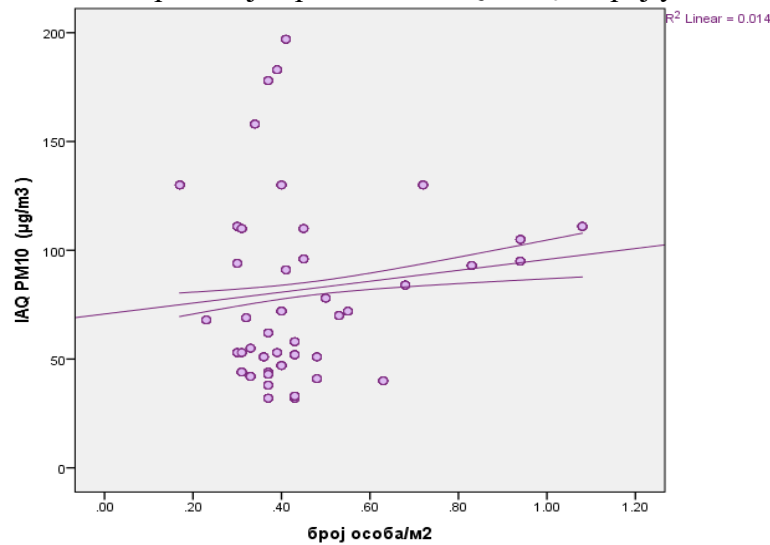
*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Више вредности IAQ концентрација PM₁₀ су у статистички значајној корелацији са већим бројем ученика присутних у учионици, већим бројем особа по m², односно < 2 m²/по особи, затим са врстом пода у учионици (пластичним подлогама, као и подлогама прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета, односно обнављањем боје и облога зидова у последње две и више година, учионицама без клима уређаја, са отварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими.

Вредности IAQ концентрација PM₁₀ преко 50 µg/m³ су у статистички значајној корелацији са већим бројем ученика/m², односно < 2 m²/по особи, затим са врстом пода у учионици (пластичним подлогама, као и подлогама прекривених тепихом/итисоном), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетама или комбинацијом дрвета и тапета,

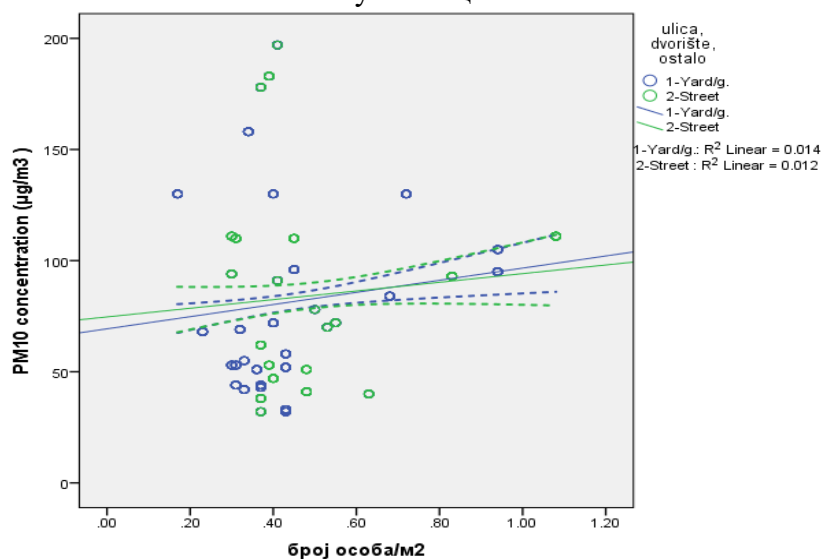
односно обнављањем боје и облога зидова у последње две и више година, отварањем прозора, као и чешћим луфтирањем зими.

Графикон 42. Корелација вредности IAQ PM₁₀ и број ученика по m²



Више вредности PM₁₀ I/O ratio (односа концентрација PM₁₀ IAQ/OAQ) су у статистички значајној корелацији са окренутошћу учионице ка дворишту, мањим бројем ученика (< 20) у учионици, мањим бројем особа по m², затим, са врстом подних облога у учионици (дрвени/пластични), зидовима окреченим водоотпорном бојом, тапетима, односно обнављањем боје и облога зидова у последње две и више година, неотварањем прозора.

Графикон 43. Корелација IAQ PM₁₀ и број ученика/m² у односу на окренутост учионице



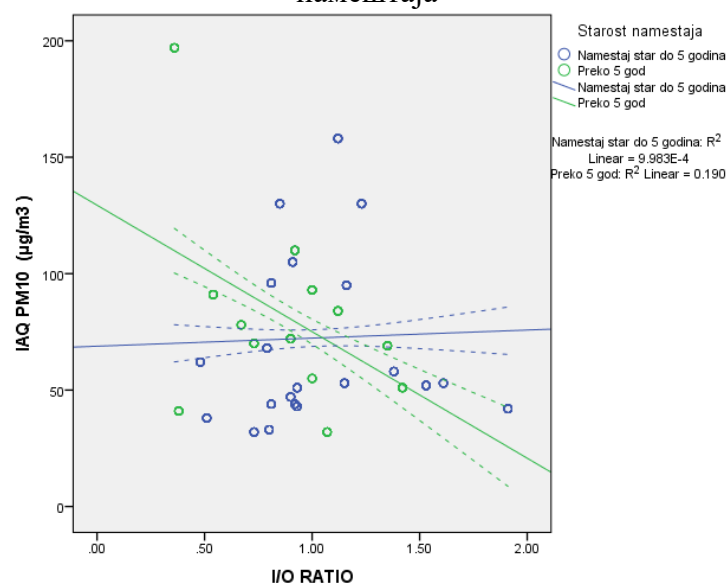
Исти су закључци и када се анализира корелација између пасивних карактеристика учионице и интервалне дистрибуције вредности **PM₁₀ I/O ratio**. Вредности изнад **1,0** су у статистички значајној корелацији са окренутошћу учионице ка дворишту, мањим бројем ученика (< 20) у учионици, мањим бројем особа по m², затим, са врстом подних облога у учионици (дрвени/пластични), зидовима окреченим водоотпорном бојом, односно обнављањем боје и облога зидова у последње две и више година, неотварањем прозора.

Табела 38. Повезаност IAQ PM₁₀ и PM₁₀ I/O ratio са пасивним карактеристикама учионица/2

PM ₁₀ IAQ		Чишћење доба дана	Учесталост чишћења	Усисивач	Метла	Моп	Моп/варикина	Чишћење	Чишћење врста	Старост намештаја
PM ₁₀ µg/m ³	R	,229**	-0,084*	-0,031	,092*	,036	,259**	-0,004	,156**	,132**
	sig.	,000	,029	,406	,013	,331	,000	,916	,000	,001
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
> 50 µg/m ³	R	,074*	,016	-0,099**	,292**	-0,042	,100**	-,118**	,002	,186**
	sig.	,044	,671	,007	,000	254	,006	,005	,971	,000
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
I/O ratio	R	,224**	,087*	-,188**	,051	,000	,144**	-0,080	,148**	-,156**
	sig.	,000	,024	,000	,165	,990	,000	,055	,000	,000
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
I/O ratio интерв.	R	,193**	,036	-0,095**	,025	-0,074*	,232**	-0,086*	,093*	,012
	sig.	,000	,356	,010	,493	,046	,000	,041	,027	,777
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Графикон 44. Корелација вредности IAQ PM₁₀ и PM₁₀ I/O ratio у односу на старост намештаја



Више вредности **IAQ PM₁₀** су у статистички значајној корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (1–2 пута дневно), начином чишћења

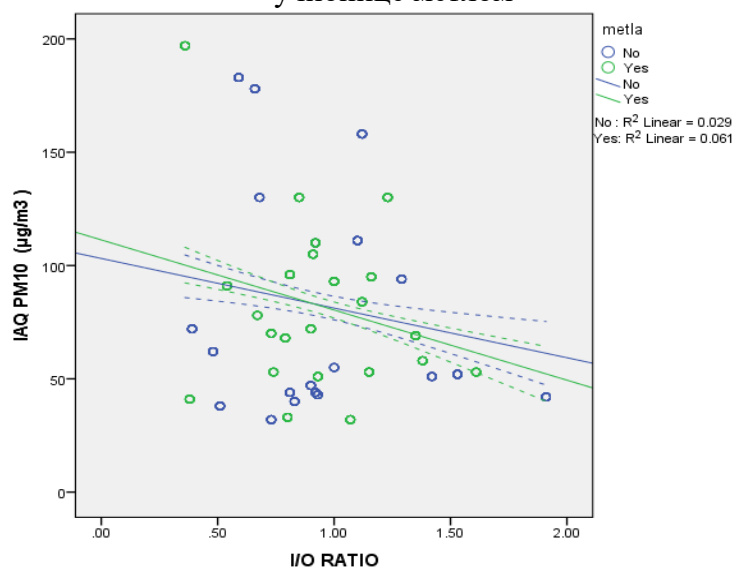
– више вредности су везане за чишћење метлом, mopом и комбинованим чишћењем, као и са старошћу намештаја изнад пет година.

Концентрације $IAQ PM_{10} > 50 \mu g/m^3$ су у статистички значајној корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталости чишћења (1 пут дневно до 1 пут недељно), начином чишћења – више вредности су везане за чишћење метлом, чишћењем варикином, као и са старошћу намештаја изнад пет година.

Више вредности $PM_{10} I/O$ ratio (односа $IAQ/OAQ PM_{10}$) су у статистички значајној корелацији са периодом дана када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (1 пут дневно до 1 пут недељно), начином чишћења – више вредности су везане за чишћење без усисивача, чишћењем варикином, односно комбинованим чишћењем, као и са старошћу намештаја испод пет година.

Више вредности $PM_{10} I/O$ ratio (односа $IAQ/OAQ PM_{10}$) $> 1,0$ су у статистички значајној корелацији са периодом када се чисти (вече и ноћ), учесталошћу чишћења (1 пут дневно до 1 пут недељно), начином чишћења – више вредности су везане за чишћење без усисивача, чишћење варикином, односно за комбиновано чишћење.

Графикон 45. Корелација вредности $IAQ PM_{10}$ и $PM_{10} I/O$ ratio у односу на чишћење учионице метлом

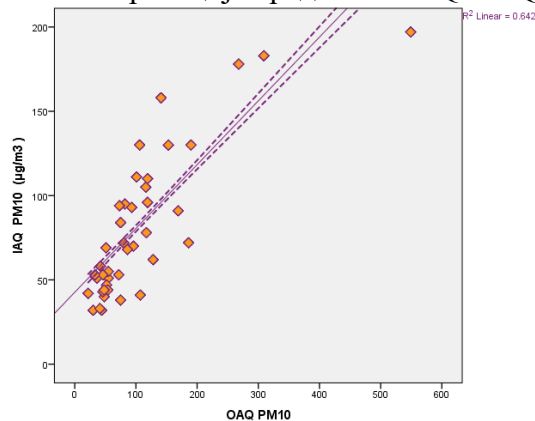


4.2.4.2. Повезаност IAQ и OAQ концентрација полутаната у укупном узорку и у односу на локацију школе

Испитивање корелације концентрација полутаната у ваздуху учионица у односу на њихове концентрације у амбијенталном ваздуху испред учионице анализирано је у укупном узорку, свих школа заједно, као и у односу на локацију школе.

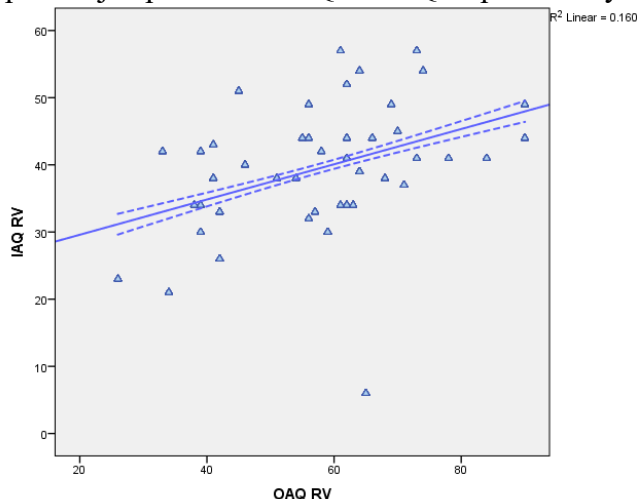
Корелација IAQ и OAQ полутаната укупно приказана је у табели у прилогу 2 (табела 1). У графикону 46 дата је корелација IAQ у односу на OAQ за најдоминантнији полутант, PM₁₀.

Графикон 46. Корелација вредности IAQ/OAQ за PM₁₀



Доказана је висока сигнификантност између измерених вредности за IAQ и измерених вредности за OAQ за сваки дати полутант: NO₂ ($p < 0,0001$), бензена ($p < 0,0001$), етил-бензена ($p < 0,0001$), и ксилена ($p < 0,0001$), формалдехида ($p < 0,0001$), CO₂ ($p < 0,028$), CO ($p < 0,0001$), као и PM₁₀ ($p < 0,0001$).

Графикон 47. Корелација вредности IAQ и OAQ за релативну влажност ваздуха



Корелација IAQ и OAQ полутаната (укупно) приказана је у табели која је у прилогу 2 рада. Не показује статистичку значајност између измерених вредности толуена у ваздуху у и ван учионице.

4.2.4.3. Корелација измерених вредности IAQ и OAQ параметара према локацији школе

У табели 1 у прилогу 2 приказана је корелација односа **IAQ/OAQ** као и **OAQ** концентрација укупно, у односу на локацију школе приказана и показује високу сигнификантност између измерених вредности за OAQ и локацију школе, за следеће полутанте:

OAQ концентрације NO₂ расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, док су највише концентрације овог полутанта у високозначајној корелацији са школама у строгом центру града ($R=0,631$, $p<0,0001$),

OAQ концентрације бензена опадају у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, тако да су највише вредности овог полутанта у статистички високозначајној корелацији са школама у приградским насељима ($R=-0,284$; $p<0,0001$);

OAQ концентрације толуена расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у строгом центру ($R=0,182$; $p<0,0001$);

OAQ концентрације етил-бензена ($R=0,496$, $p<0,0001$) и **ксилена** ($R=0,188$; $p<0,0001$) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у строгом центру града;

OAQ концентрације формалдехида опадају у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, тако да су највише вредности овог полутанта у статистички високозначајној корелацији са школама у приградским насељима ($R=-0,505$; $p<0,0001$);

OAQ концентрације CO₂ ($R=0,090$; $p<0,019$) су у корелацији са локацијом школе;

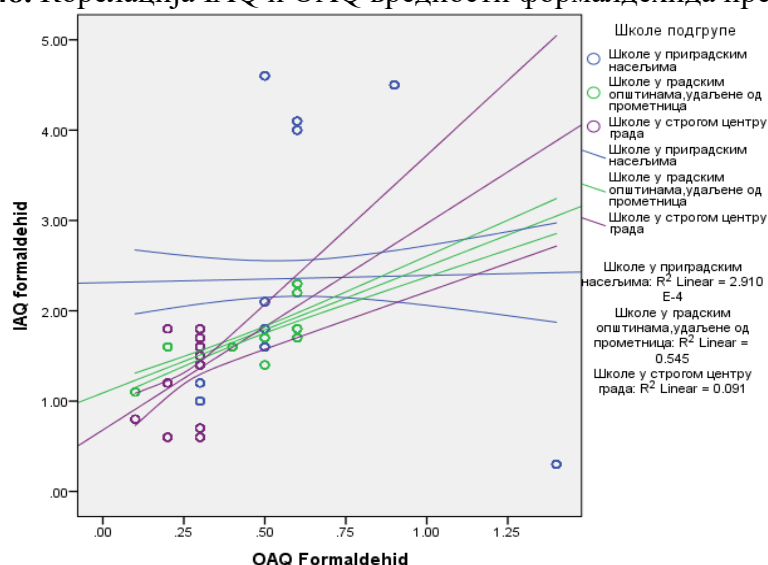
OAQ концентрације CO ($R=-0,87$; $p<0,019$), као и релативна влажност амбијенталног ваздуха ($R=-0,080$; $p<0,030$) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у приградским насељима;

OAQ концентрације PM₁₀ ($R=-0,352$; $p<0,0001$) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, где су највише вредности овог полутанта у

високоразнозначнајој корелацији са школама у високоразнозначној корелацији са школама у приградским насељима.

Даље у приказу резултата у прилогу рада у Табели 6 приказане су корелације IAQ/OAQ према локацији школе . Доказана је статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ параметрима у школама у **приградским насељима** и то за: NO₂ (p≤0,0001), толуен (p≤0,0001), етил-бензен (p≤0,0001), ксилен (p≤ 0,0001), CO₂ (p≤0,0001), температуру ваздуха учионице (p≤0,0001), релативну влажност ваздуха.

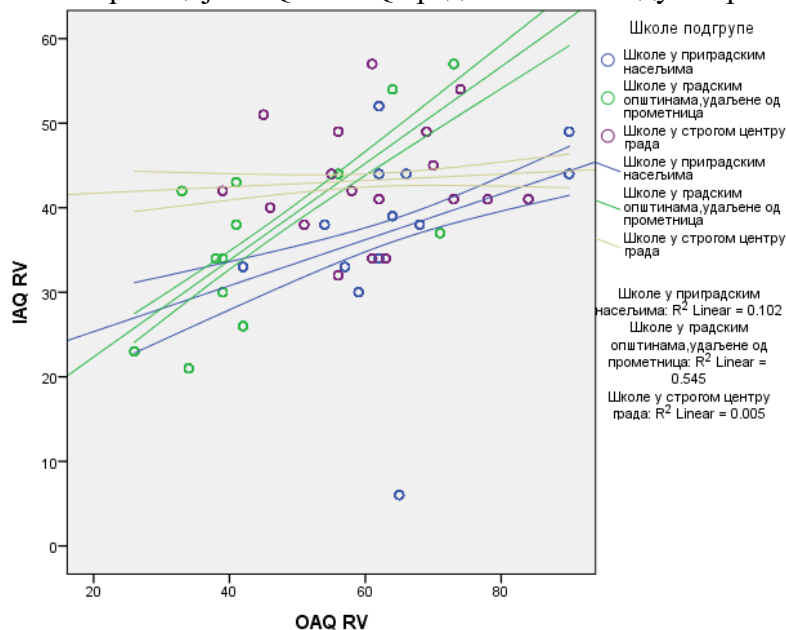
Графикон 48. Корелација IAQ и OAQ вредности формалдехида према локацији



Доказана је статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ вредности параметара у школама у **широј градској зони**, и то за: NO₂ (p≤0,0001), формалдехид (p≤0,0001), етил-бензен (p≤0,0001), ксилен (p≤0,0001), CO₂ (p≤0,0001), CO (p≤0,0001), температуру ваздуха учионице (p≤0,0001), релативну влажност ваздуха, као и PM₁₀ (p≤0,0001), док за толуен није било значајније корелације између IAQ/OAQ вредности, већ је запажена обрнута корелација.

Доказана је статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ вредности параметара у школама у **строгом центру града**, и то за: NO₂ (p≤0,0001), формалдехид (p≤0,0001), етил-бензен (p≤0,0001), ксилен (p≤0,0001), CO₂ (p≤0,0001), CO (p≤0,0001), температуру ваздуха учионице (p≤0,0001), релативну влажност ваздуха, као и PM₁₀ (p≤0,0001), док за толуен није било значајније корелације између IAQ/OAQ вредности, већ је запажена обрнута корелација.

Графикон 49. Корелација IAQ и OAQ вредности РВ ваздуха према локацији



4.2.4.4. Корелација измерених вредности IAQ и OAQ параметара у свакој појединачној школи

У прилогу рада у Табели 7 приказане су корелације IAQ/OAQ према свакој школи појединачно. Доказана је статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ вредностима за NO₂ у свим школама ($p \leq 0,0001$). Такође је доказана статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ вредностима за бензен у свим школама ($p \leq 0,0001$). Изузев у ОШ „Аца Милосављевић” где није доказана корелација међу вредностима IAQ/OAQ за толуен, корелација је доказана у свим осталим школама ($p \leq 0,0001$).

Изузев у ОШ „Коста Абрашевић” и ОШ „Скадарлија” где није доказана корелација међу вредностима за IAQ и OAQ за **етил-бензен**, корелација је доказана у свих осталих осам школа ($p \leq 0,010-0,0001$).

Осим у ОШ „Аца Милосављевић” и ОШ „Скадарлија”, где није доказана корелација међу вредностима за IAQ и OAQ за **толуен**, иста је доказана у свим осталим школама ($p \leq 0,0001$). За **формалдехид**, корелација није доказана само у ОШ „Иван Горан Ковачић”. У случају CO₂, у три школе није нотирана статистички значајна корелација између вредности измерених у ваздуху унутар и ван учионице, и то: „Никола Тесла”, „Радојка Лакић” и „Иван Гундулић”.

Доказана је статистички значајна корелација међу вредностима за IAQ и OAQ за CO, у свим школама у којима је вршен мониторинг ($p \leq 0,0001$).

Корелација односа IAQ и OAQ вредности није доказана у случају ОШ „Аца Милосављевић” за температуру ваздуха и релативну влажност ваздуха. За овај параметар корелација није доказана ни у ОШ „Скадарлија”, док је однос између измерених концентрација PM₁₀ IAQ и OAQ у статистички високозначајној корелацији у свим школама, осим у ОШ „Радојка Лакић”.

У ОШ „Аца Милосављевић” доказана је статистички значајна корелација у случају NO₂, бензена, етил-бензена, формалдехида, CO₂ и PM₁₀. Статистички значајна корелација између IAQ и OAQ вредности **толуена и ксилена** није доказана.

За ОШ „Коста Абрашевић” доказана је статистички значајна корелација за вредности NO₂, бензена, толуена, ксилена, формалдехида, CO₂, CO и PM₁₀. Корелација није доказана у случају етил-бензена. У школи „Никола Тесла” доказана је статистички значајна корелација за NO₂, бензен, етил-бензен, ксилен, формалдехида, CO и PM₁₀. У случају CO₂ није доказана значајнија корелација између IAQ и OAQ вредности. У школи „Иван Горан Ковачић” доказана је статистички значајна корелација између IAQ и OAQ вредности за NO₂, бензен, етил-бензен, ксилен, CO₂, CO и PM₁₀. Није доказана статистички значајна корелација између IAQ и OAQ у случају формалдехида.

У школи „Скадарлија” доказана је статистички значајна корелација између IAQ и OAQ вредности за NO₂, бензен, формалдехид, CO₂ и PM₁₀. Није доказана статистички значајна корелација између IAQ и OAQ у случају етил-бензена и ксилена.

У ОШ „Стеван Сремац” доказана је статистички значајна корелација у случају свих полутаната мерених у истраживању између вредности концентрација у ваздуху унутар учионице и у амбијенталном ваздуху непосредно испред ње: NO₂, бензен, етил-бензен, формалдехид, CO₂, толуен, ксилен и PM₁₀.

У школи „Дринка Павловић” доказана је статистички значајна корелација код бензена, етил-бензена, ксилена и PM₁₀. У случају NO₂, CO₂ није доказана значајнија корелација између IAQ и OAQ измерених вредности.

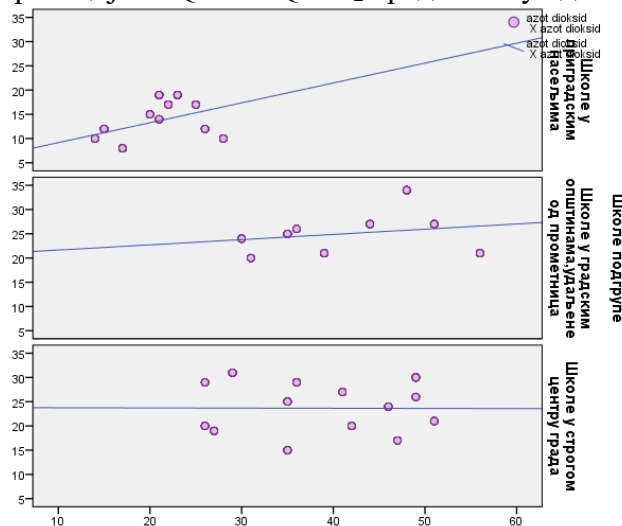
У школи „Петар Петровић Његош” доказана је статистички значајна корелација код NO₂, бензена, етил-бензена, толуена, ксилена, формалдехида, CO₂, CO и PM₁₀. Заправо, нема полутаната код којих није доказана значајнија корелација између IAQ и OAQ измерених вредности.

У школи „Радојка Лакић” доказана је статистички значајна корелација између IAQ и OAQ измерених вредности за CO, док код CO₂ и PM₁₀ овај однос не поседује статистички значајну повезаност.

У школи „Иван Гундулић” доказана је статистички значајна корелација између IAQ и OAQ измерених вредности за NO₂, бензен, етил-бензен, ксилен, формалдехид и PM₁₀, док код CO₂ овај однос не поседује статистички значајну повезаност.

Корелација односа висине концентрације IAQ / OAQ полутаната (укупно) и група формираних према локацији школе, приказана је у табели 6 као и у табели 7 у прилогу рада број 2 показује високу сигнификантност између измерених вредности за IAQ / OAQ и локација као и у односу на сваку школу појединачно осим код школе Радојка Лакић.

Графикон 50. Корелација IAQ и OAQ NO₂ вредности у односу на локацију школе



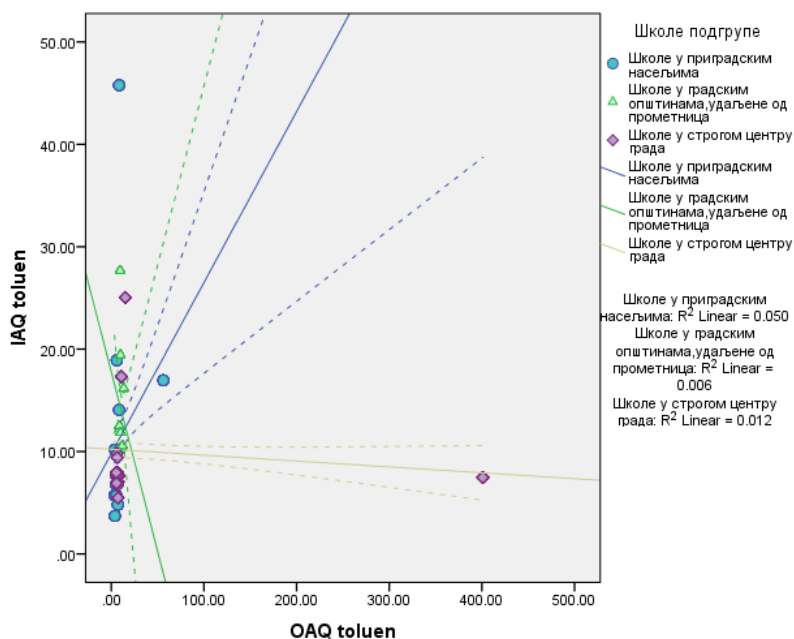
Локацију школе чине три подгрупе и то школе у приградским насељима (N=244), школе у градским насељима (N=220), школе у строгом центру (N=271). На графиконима су приказане корелације IAQ и OAQ полутаната у односу на локацију школе за NO₂ и за формалдехид (прилог 2 табела 6).

Корелација IAQ полутаната укупно у односу на тип локације школе приказана је у табели у прилогу 2 (табела 1) и показује високу сигнификантност између измерених вредности за IAQ и локацији школе, за следеће полутанте:

IAQ концентрације NO₂ расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима па до оних које су лоциране у строгом центру града, где су измерене и највише вредности овог полутанта. Управо ове концентрације су у високозначајној корелацији са школама у строгом центру ($R=0,667$, $p<0,0001$);

IAQ концентрације бензена опадају у односу на локацију школе, почев од школа у приградским насељима. У том смислу, највише концентрације овог полутанта су у високозначајној корелацији са школама у приградским насељима ($R=-0,283$, $p<0,0001$);

Графикон 51. Корелација IAQ и OAQ вредности толуена у односу на тип локације школе



IAQ концентрације толуена расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, тако да су највише вредности овог полутанта у значајној корелацији са школама у строгом центру града ($R=0,078$, $p<0,032$).

IAQ концентрације етил-бензена ($R=0,509$; $p<0,0001$), и ксилена ($R=0,390$; $p<0,0001$) расту у односу на локацију, од школа у приградским насељима, тако да су највише вредности ових полутанта у високозначајној корелацији са школама у строгом центру.

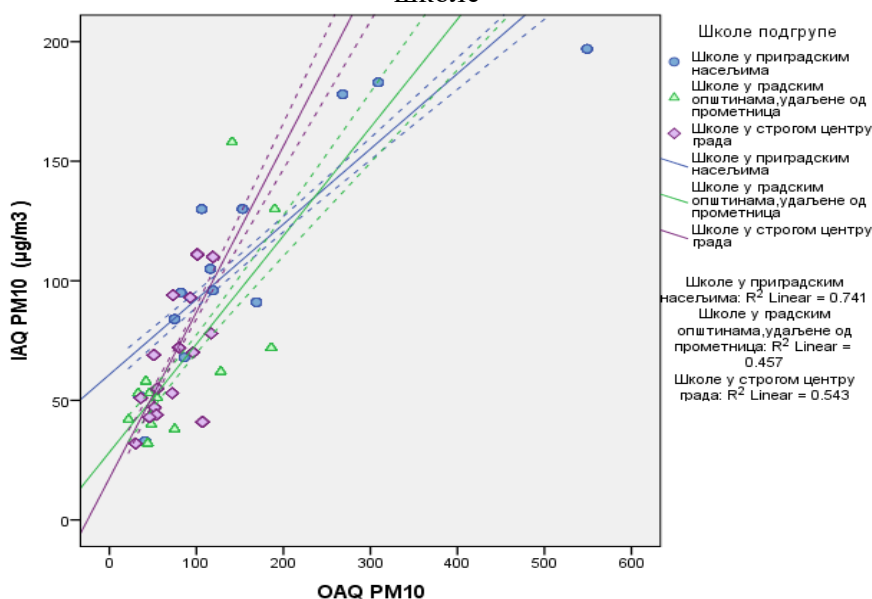
IAQ концентрације формалдехида опадају у односу на локацију школе, почев од школа у приградским насељима, у смислу да су највише вредности овог полутанта у

високосзначајној корелацији са локацијом школе у приградским насељу ($R=-0,400$; $p<0,0001$);

IAQ концентрације CO₂ нису у корелацији са локацијом школе;

IAQ концентрације CO ($R=0,104$; $p<0,005$), као и **релативна влажност ваздуха** ($R=0,243$; $p<0,0001$) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, у смислу да су највише вредности ових полутанта у високосзначајној корелацији са локацијом школе у строгом центру града.

Графикон 52. Корелација вредности PM₁₀IAQ и OAQ у у односу на тип локације школе



IAQ концентрације PM₁₀ ($R=-0,368$, $p<0,0001$) расту у односу на локацију школе, почев од школа у приградским насељима, у смислу да су највише вредности ових полутанта у високосзначајној корелацији са локацијом школе у строгом центру града, као и температура ваздуха у учионици ($R=-0,255$; $p<0,0001$).

4.3. РЕСПИРАТОРНИ СИМПТОМИ КОД ИСПИТИВАНИХ УЧЕНИКА ИЗ УПИТНИКА ЗА РОДИТЕЉЕ/СТАРАТЕЉЕ И КОРЕЛАЦИЈА СА ИЗМЕРЕНИМ ВРЕДНОСТИМА ПОЛУТАНАТА

Добијени резултати приказани су у табели 39: свака од анализираних сметњи показала је значајну разлику међу децом која имају респираторне сметње, у односу на децу која их немају.

Табела 39. Врста респираторних сметњи код ученика - из упитника

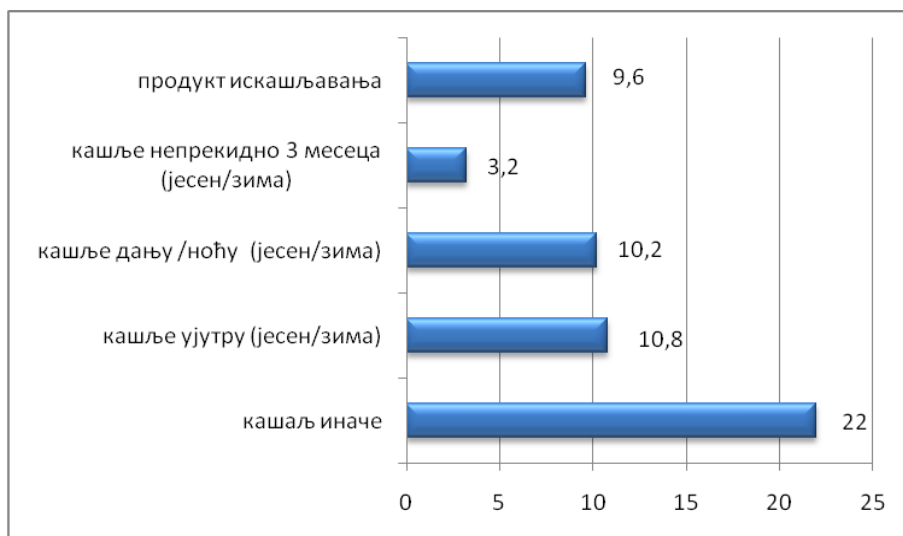
Респираторне сметње	Укупно	Нема		Има		χ^2 тест	sig
		Број	%	Број	%		
кашаљ икад	717	559	78,0	158	22,0	224,26	0,000***
кашаљ ујутру (јесен/зима)	716	639	89,2	77	10,8	441,12	0,000***
кашаљ дању /ноћу (јесен/зима)	719	646	89,8	73	10,2	456,64	0,000***
кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима)	711	688	96,8	23	3,2	621,97	0,000***
продуктивни кашаљ	717	648	90,4	69	9,6	467,56	0,000***
визинг икада	719	564	78,4	155	21,6	232,65	0,000***
визинг у последњих 12 месеци	716	647	90,4	69	9,6	466,59	0,000***
визинг после физичке активности	722	685	94,9	37	5,1	581,58	0,000***
суви кашаљ у последњих 12 месеци	724	622	85,9	102	14,1	373,48	0,000***
буђење због визинга последњих 12 мес.	720	676	93,9	44	6,1	554,75	0,000***
икада дијагностикована астма	719	625	86,9	94	13,1	392,15	0,000***
лечена астма у последњих 12 месеци	720	652	90,6	68	9,4	473,68	0,000***
алергија	653	501	76,7	152	23,3	186,52	0,000***
икада дијагностикована алергија	735	607	82,6	128	17,4	312,16	0,000***

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

„Кашаљ икада” је респираторни симптом који се најчешће појављује (22%), за чим следе „визинг икада” (21,6%), и „суви кашаљ ноћу у последњих 12 месеци”, са учешћем од 14,1%, од свих анализираних респираторних сметњи, у укупном броју ученика. Најређа је појава „кашља континуирано дуже од 3 месеца” (3,2%) и „визинг после физичке активности” (5,1%), док је трећа у рангу најређих сметњи „буђење због визинга у последњих 12 месеци” са учешћем од 6,1%, од свих анализираних респираторних сметњи, у укупном броју ученика.

Најучесталија је појава „алергије” (23%), као и „кашља икада” (22%) и „визинга икада” (21,6%) од свих анализираних респираторних сметњи у укупном броју ученика. Алергију је икада имало 23,3% ученика, а дијагнозу алергије има 17,4% деце. Код појаве свих праћених симптома – сметњи доказана је статистички значајна разлика у броју деце са овим сметњама, ($p < 0,0001$). Сви горе поменути резултати презентовани су графички у графикону који следи (графикон 53).

Графикон 53. Врста респираторних сметњи нотираних у упитнику – укупно/1



Графикон 54. Врста респираторних сметњи нотираних у упитнику – укупно/2



4.3.1. Појава симптома бронхитиса, астматичних симптома и осталих респираторних сметњи код деце у односу на појаву појединачних симптома и дијагноза астме и алергије

Досадашње здравље деце – родитељски упитник – остали симптоми код деце укупно

У укупном броју анализом обухваћене деце, као симптоми су анализирани: цурење носа, свраб и црвенило, алергијски отоци, конјунктивитис, бол у ушима и упала

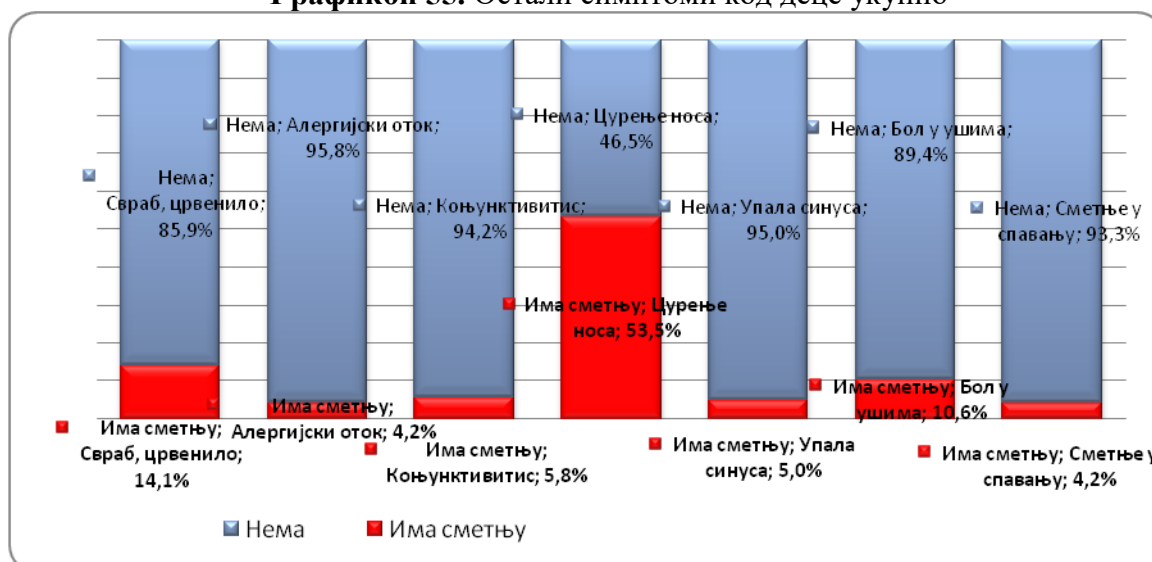
синуса, као и сметње у спавању. Најчешћа је појава цурења носа (53,5%), па следе свраб и црвенило (14,1%), бол у ушима (10,6%).

Табела 40. Остали симптоми код деце, укупно

Остали симптоми код деце	Нема		Има сметњу		Укупно		χ^2	Sign.
	Број	%	Број	%	Број	%		
Свраб, црвенило	544	85,94	89	14,06	633	88,53	327,05	0,000***
Алергијски оток	596	95,82	26	4,18	622	86,99	522,34	0,000***
Коњунктивитис	586	94,21	36	5,79	622	86,99	486,33	0,000***
Цурење носа/ зацепљен нос	317	46,48	365	53,52	682	95,38	3,37	0,000***
Упала синуса	591	95,02	31	4,98	622	86,99	504,18	0,000***
Бол у ушима	559	89,44	66	10,56	625	87,41	388,88	0,000***
Сметње у спавању	582	93,27	42	4,18	624	87,27	467,31	0,000***

Од осталих симптома најређи су алергијски оток и сметње у спавању са подједнаким учешћем од 4,18%, па упала синуса (4,98%), и затим коњунктивитис (5,79%).

Графикон 55. Остали симптоми код деце укупно



Статистички значајно је најчешћа појава симптома „*цурење носа*” у односу на све остале симптоме, ($p < 0,0001$).

Оцена физичког здравља деце из родитељског упитника – укупно

Оцена здравља деце, дата на основу одговора родитеља/старатеља на дистрибуирани упитник, приказана је у табели 41 и на графикону у прилогу. Највеће је учешће деце коју родитељи оцењују петицом (58,8%) за физичко, а и за психичко (75,7%) здравље, где их је значајно више са највишом оценом.

Табела 41. Оцена физичког и психичког здравља ученика – родитељски упитник

	Физичко здравље деце/оцена родитеља			Психичко здравље/оцена родитеља		
	Број	%	χ^2	Број	%	χ^2
Одлично	430	58,82	679,06 0,000	553	75,65	1102,43 0,000***
Добро	268	36,66		169	23,12	
Средње	31	4,24		7	0,96	
Лоше	2	0,27		1	0,14	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Средњег и лошег физичког здравља је око 5%, док је учешће деце са истим оценама психичког здравља само седморо или 1,1%.

Статистички значајно најчешћа је родитељска оцена да је дете одличног физичког здравља (59%), ($p<0,0001$), а још чешћа оцена да је дете одличног психичког здравља (75,6%), ($p<0,0001$).

Респираторни симптоми код анкетираних ученика – према школи

Најучесталија је појава алергије (23%), као и кашља иначе (22%) и визинг икада (21,6%) од свих анализираних респираторних сметњи у укупном броју ученика. Добијени резултати приказани су у табели 42. Свака од анализираних сметњи показала је значајну разлику међу децом која имају респираторне сметње у односу на децу која их немају.

Табела 42. Респираторни симптоми анкетираних ученика према школама/1

ОШ	Кашаљ иначе		Кашаљ ујутро (јесен/зима)		Кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)		Кашаљ непрекидно 3 мес. (јесен/зима)		Продуктивни кашаљ	
	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%
„А. Милосављевић”	39	39,8	11	11,6	11	11,6	5	5,3	26	26,5
„К. Абрашевић”	13	19,4	9	13,4	7	10,4	3	4,5	3	4,5
„Никола Тесла”	23	32,4	11	14,5	16	21,1	3	4,5	6	8,3
„И. Горан Ковачић”	8	13,1	3	5,1	4	6,8	2	3,3	6	9,8
„Скадарлија”	18	23,4	6	7,8	2	2,6	3	3,9	14	18,4
„Стеван Сремац”	20	26,7	12	16,2	8	10,8	2	2,7	7	9,5
„Дринка Павловић”	6	12,0	5	10,0	2	4,0	1	2,0	2	4,0
„П. П. Његош”	13	17,6	7	9,5	10	13,3	2	2,6	1	1,3
„Радојка Лакић”	8	12,9	7	11,3	5	7,9	0	0,0	1	1,6
„Иван Гундулић”	10	12,2	6	7,3	8	9,8	2	2,4	3	3,7
Укупно	158	22,0	77	10,8	73	10,2	23	3,2	69	9,6
χ^2 sign	37,962 $p<0,000$ ***		7,831 0,551/ns		19,072 0,025*		4,794 0,852/ns		56,842 $p<0,000$ ***	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Од свих анкетираних ученика, најчешћа појава кашља (39,8%) била је међу ученицима у ОШ „Аца Милосављевић”, а најређа у ОШ „Дринка Павловић” (12%).

Доказана је статистички значајна разлика у заступљености кашља, међу ученицима 10 анализираних школа ($p < 0,0001$). Најчешће су међу анкетираним ученицима „кашаљ ујутру (јесен/зима)” имала деца из ОШ „Стеван Сремац” (16,2%), а најређе у ОШ „Иван Горан Ковачић” (5,1%). Није доказана значајнија разлика у заступљености међу анкетираним ученицима када је у питању „кашаљ ујутру, зими и лети”, у 10 испитиваних школа ($p = 0,551/ns$).

Најчешће су међу анкетираним ученицима „кашаљ дању или ноћу (јесен/зима)” имала деца у ОШ „Никола Тесла” (21,1%), а најређе у ОШ „Иван Горан Ковачић” (6,8%).

Доказана је статистички значајна разлика у заступљености „кашља дању или ноћу (јесен/зима)”, међу ученицима 10 анализираних школа ($p < 0,025$). Најчешће су међу анкетираним ученицима „кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима)”, имала деца из ОШ „Аца Милосављевић” (5,3%), а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (2%).

Није доказана значајнија разлика у заступљености међу анкетираним ученицима за „кашаљ у трајању дуже од 3 месеца ујутру (јесен/зима)”, у 10 анализираних школа ($p = 0,852/ns$).

Најчешће су анкетирани ученици имали „продуктивни кашаљ“ (26,5%) међу ученицима у ОШ „Аца Милосављевић”, а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (1,3%). Доказана је статистички значајна разлика у заступљености појаве „продуктивног кашља“, међу ученицима 10 анализираних школа ($p < 0,0001$).

Најчешћа је појава „визинга икада”, „визинга у последњих 12 месеци”, „буђење због визинга” у ОШ „Никола Тесла”. „Суви кашаљ у последњих 12 месеци” најчешће имају ђаци из ОШ „Иван Горан Ковачић”.

Најређа је појава „визинга икада”, „визинга у последњих 12 месеци”, „визинга после физичке активности”, као и „суви кашаљ” и „буђење због шкрипања и звиждања” у ОШ „Петар Петровић Његош”, међу 10 анализираних школа.

Табела 43. Респираторни симптоми анкетираних ученика према школама које похађају/2

Симптоми	Визинг икада		Визинг у последњих 12 мес.		Визинг после физичке активности		Суви кашаљ у последњих 12 мес.		Буђење због визинга у последњих 12 мес.	
	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%
„Аца Милосављевић”	25	26,3	10	10,2	9	9,2	21	22,1	10	10,5
„Коста Абрашевић”	11	16,4	5	7,5	4	6,0	5	7,5	2	3,0
„Никола Тесла”	22	28,9	11	15,1	5	6,7	12	16,0	10	13,7
„Иван Горан Ковачић”	13	21,3	7	11,5	6	9,8	5	8,2	8	13,1
„Скадарлија”	14	18,4	9	11,8	1	1,3	16	20,8	2	2,6
„Стеван Сремац”	17	23,0	11	14,9	4	5,4	10	13,2	5	6,6
„Дринка Павловић”	11	21,6	5	9,6	3	5,8	8	15,4	1	1,9
„Петар Петровић Његош”	10	13,3	2	2,7	0	0,0	12	16,0	1	1,3
„Радојка Лакић”	11	17,2	5	7,9	3	4,8	4	6,3	1	1,6
„Иван Гундулић”	21	26,3	4	5,1	2	2,5	9	11,0	4	4,9
Укупно	155	216	69	9,6	37	5,1	102	14,1	44	6,1
χ^2 sign p	10,069 0,345/ns		11,973 0,215/ns		14,138 0,117/ns		16,557 0,056/ns		25,590 0,002*	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Доказана је статистички значајна разлика у заступљености према „буђење због визинга” у ОШ „Петар Петровић Његош” међу ученицима 10 школа из истраживања ($p < 0,002$).

Табела 44. Икада дијагностиковане астма и алергија – према школама које похађају

ОШ	Икада дијагностикована астма		Астма лечена у последњих 12 месеци		Алергија		Икада дијагностикована алергија	
	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%
„Аца Милосављевић”	20	20,8	12	12,5	20	22,5	17	17,2
„Коста Абрашевић”	3	4,5	3	4,5	9	14,5	8	11,8
„Никола Тесла”	17	22,4	9	11,8	27	40,3	22	28,6
„Иван Горан Ковачић”	7	11,5	6	9,8	13	23,6	11	18,0
„Скадарлија”	8	10,5	7	9,2	19	34,5	15	19,2
„Стеван Сремац”	12	16,2	10	13,5	12	16,4	9	11,7
„Дринка Павловић”	7	13,7	4	7,7	12	26,1	12	22,6
„Петар Петровић Његош”	4	5,3	3	4,0	11	15,5	10	13,2
„Радојка Лакић”	5	7,9	4	6,3	11	18,6	7	10,9
„Иван Гундулић”	11	13,8	10	12,5	18	23,7	17	20,7
Укупно	94	13,1	68	9,4	152	23,3	128	17,4
χ^2 sign p	21,903 $p \leq 0,009^{**}$		9,305 0,410/ns		22,721 $p \leq 0,007$		14,587 0,103/ns	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Најчешћа је појава „икада дијагностиковане астме” (22,4%) код ученика ОШ „Никола Тесла”, а најређа у ОШ „Коста Абрашевић” (4,5%). Доказана је статистички значајна разлика у заступљености „икада дијагностиковане астме”, међу ученицима 10 анализираних школа ($p < 0,009$). Није доказана значајна разлика у заступљености податка о „леченој астми у последњих 12 месеци” међу анкетираним ученицима 10 школа из истраживања ($p = 0,410/ns$).

„Алергија икада” најчешће се нотира код ученика ОШ „Никола Тесла” (40,3%), а најређа у ОШ „Коста Абрашевић” (14,5%). Доказана је статистички значајна разлика у заступљености „алергије икада”, међу ученицима 10 анализираних школа ($p < 0,009$). Није доказана значајна разлика у заступљености „икада дијагностиковане алергије” међу ученицима 10 школа из истраживања ($p = 0,551/ns$).

Досадашње здравље деце према подацима из Упитника за родитеље/старатеље (остали симптоми) према школама

Од осталих симптома у укупном узорку, најчешћи су цурење носа (53,5%), након чега следе свраб и црвенило (14,1%), бол у ушима (10,6%). Анализом података о појави осталих симптома добијени су следећи резултати у односу на школу коју деца похађају (табеле у даљем тексту).

Табела 45. Досадашње здравље деце (родитељски упитник) – остали симптоми код деце према школама

ОШ	Свраб, црвенило	Алергијски оток	Конјун-ктивитис	Цурење носа/ зачепљен нос	Упала синуса	Бол у ушима	Сметње у спавању
„А. М.”	11,24	6,82	6,74	50,00	6,82	6,90	6,90
„К. А.”	10,53	0,00	1,79	50,82	5,26	10,53	5,26
„Н. Т”	12,70	3,23	7,94	63,01	4,84	15,63	9,52
„И. Г.К.”	14,81	3,77	3,85	44,83	0,00	9,26	1,89
„Скадарлија”	15,71	2,94	4,29	56,16	11,76	11,59	7,25
„С. С. ”	15,15	4,84	7,94	50,72	3,28	11,11	9,52
„Д. П. ”	22,22	8,70	4,44	62,00	4,44	15,56	2,27
„П. П.Ђ.”	17,39	4,41	8,96	48,57	2,90	5,88	8,70
„Р. Л.”	7,55	3,77	1,92	53,45	5,66	5,66	5,56
„И. Г.”	14,93	3,03	7,69	56,76	3,03	15,38	7,69
χ^2 sign p.	6,539 0,685/ns	7,053 0,632/ns	6,748 0,663/ns	7,932 0,541/ns	11,639 0,234/ns	8,883 0,448/ns	5,807 0,759/ns

* $< 0,05$ ** $< 0,01$ *** $< 0,001$

Није доказана значајнија разлика у заступљености појаве свраба и црвенила међу анкетираним ученицима, у 10 анализираних школа ($p = 0,685/ns$), нити је доказана значајнија разлика у заступљености појаве алергијских отока међу анкетираним

ученицима у 10 школа из истраживања ($p=0,632/ns$), као ни у заступљености појаве *конјунктивитиса* међу анкетираним ученицима, у 10 школа ($p=0,663/ns$).

Није доказана значајнија разлика у заступљености појаве *цурења/зачепљености носа* међу анкетираним ученицима, у 10 школа ($p=0,541/ns$), нити је доказана значајнија разлика у заступљености појаве упале синуса међу анкетираним ученицима, у 10 школа ($p=0,234/ns$).

Није доказана значајна разлика у заступљености појаве бола у ушима међу анкетираним ученицима, у 10 школа из истраживања ($p=0,448/ns$), нити је доказана значајна разлика у заступљености појаве сметњи при спавању међу анкетираним ученицима, истих школа ($p=0,759/ns$).

Оцена здравља деце – према школама

Највеће је учешће деце коју родитељи оцењују петицом (58,8%) за физичко, а и за психичко (75,7%) здравље, где их је значајно више са највишом оценом. Средњег и лошег физичког здравља је око 5%, док је учешће деце са истим оценама психичког здравља само седморо или 1,1% (табела у прилогу 2 „Укупна оцена здравља деце – родитељски упитник”).

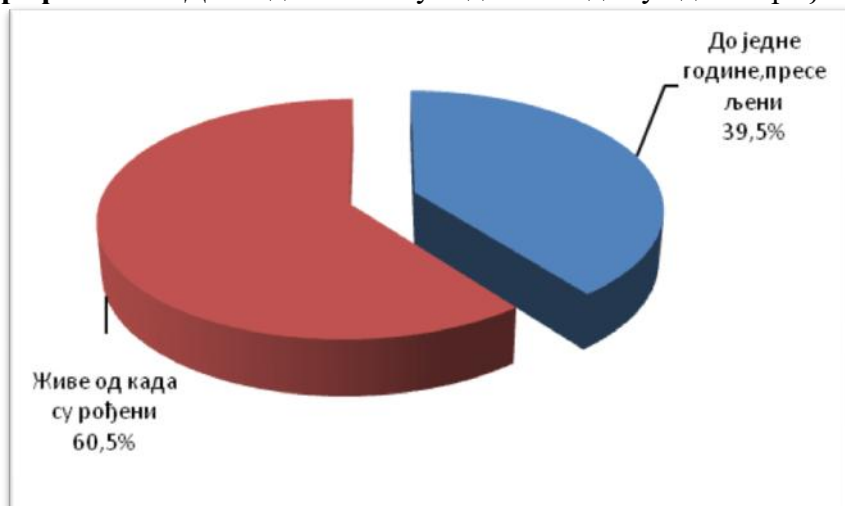
Није доказана значајна разлика у заступљености међу анкетираним ученицима према физичком здрављу у 10 школа из истраживања ($p=0,734/ns$).

Није доказана значајнија разлика у заступљености према међу анкетираним ученицима према психичком здрављу у 10 школа из истраживања ($p=0,740/ns$).

Адреса и услови становања

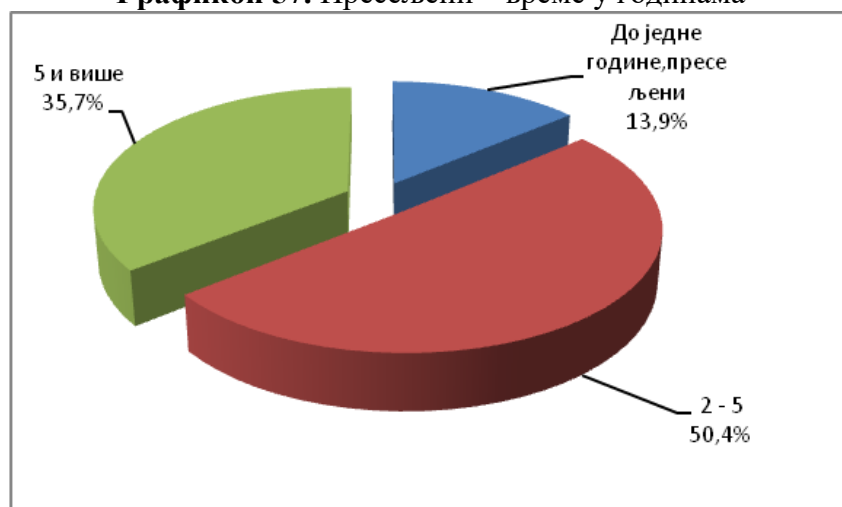
У односу на адресу становања, ђаци живе на три подручја, у односу на близину фреквентног саобраћаја и то: на подручју са чистим ваздухом, далеко од густог саобраћаја живи 106 (15%) ђака, на подручју са средњефреквентним саобраћајем живи 278 (39,3%) ђака, док у близини високопрометних саобраћајница живи 278 (45,8%) ђака, што је уједно статистички значајно најбројнија подгрупа.

Графикон 56. Да ли дете живи у садашњем дому од свог рођења?



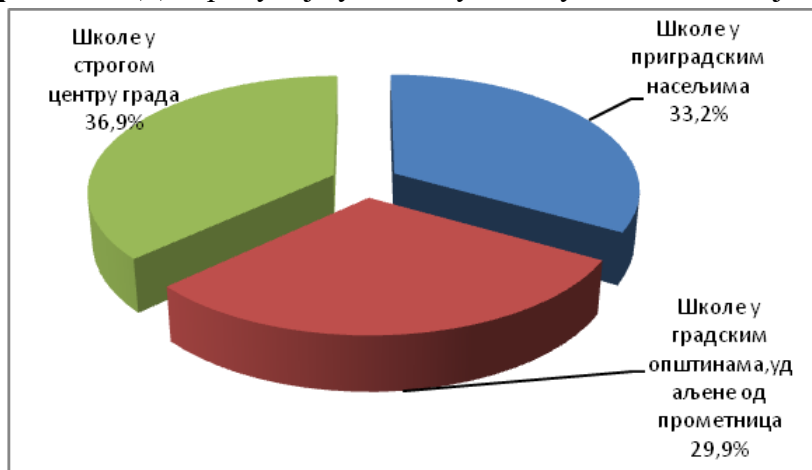
Анализирајући услове и квалитет становања код укупног броја анализаног узорка добијено је да преко 60% анкетираних живи на истој локацији од рођења (графикон 56).

Графикон 57. Пресељени – време у годинама



Од укупно пресељених 39,5% анкетираних до једне године живота пресељено је 13,9%, од 2 до 5 година живота преселило се 50,4%, а 35,7% са 5 и више година (графикон 57).

Графикон 58. Дистрибуција ученика у односу на тип локације школе



Утицај пасивних и активних карактеристика учионице на појаву респираторних сметњи код ученика (циљ 5)

4.3.2. Корелација вредности полутаната у односу на појаву респираторних сметњи

У наставку су приказани резултати просечних вредности полутаната у односу на појаву респираторних сметњи код ученика у укупном узорку у табели 46.

Значајна разлика у просечним вредностима полутаната у односу на појаву респираторних сметњи код ученика доказана је код:

- нижих вредности толуена C_7H_8 ($p < 0,024$) и код етил-бензена ($p < 0,007$), а код виших вредности формалдехида ($p < 0,050$), као и код виших вредности релативне влажности ваздуха у учионици ($p < 0,030$).

Њихов утицај на респираторне сметње биће испитан и у линеарној и у логистичкој регресионој анализи.

Табела 46. Просечне вредности IAQ параметара у учионицама у односу на појаву респираторних сметњи

Праћени параметри	Респираторне сметње	Просек	С.Д.	95% CI		Мин.	Макс.	Sig.p
				Доња	Горња			
NO ₂ (µg/m ³)	Нема	21,82	6,91	21,14	22,50	8,00	34,00	0,332
	Има	21,17	7,33	20,34	22,01	8,00	34,00	
Бензен C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Нема	6,04	2,99	5,74	6,33	3,06	13,71	0,923
	Има	6,11	3,14	5,75	6,47	3,06	13,71	
Толуен C ₇ H ₈ (µg/m ³)	Нема	13,13	9,25	12,22	14,04	3,71	45,78	0,024*
	Има	12,19	8,94	11,17	13,21	3,71	45,78	
Етил-бензен C ₈ H ₁₀ (µg/m ³)	Нема	1,62	0,98	1,53	1,72	0,38	5,52	0,007*
	Има	1,41	0,76	1,32	1,49	0,38	5,52	
Ксилен C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ (µg/m ³)	Нема	8,39	6,29	7,77	9,01	1,62	33,11	0,149
	Има	7,52	4,93	6,96	8,08	1,62	33,11	
Формалдехид НСНО (µg/m ³)	Нема	1,66	0,94	1,57	1,76	0,30	4,60	0,050*
	Има	1,88	1,17	1,75	2,01	0,30	4,60	
CO ₂ (ppm)	Нема	1647,64	2759,17	1384,25	1911,02	604,00	17040,00	0,845
	Има	1524,99	2379,85	1259,46	1790,53	604,00	17040,00	
VR (L/s/особи)	Нема	8,28	4,66	7,84	8,73	0,30	25,13	0,823
	Има	8,28	4,69	7,75	8,80	0,30	25,13	
CO (mg/m ³)	Нема	0,40	0,61	0,34	0,45	0,00	2,00	0,972
	Има	0,39	0,59	0,32	0,45	0,00	2,00	
Температура ваздуха С°	Нема	22,76	1,57	22,61	22,91	20,00	28,00	0,030*
	Има	23,05	1,64	22,86	23,23	20,00	28,00	
Рел. вл. ваздуха РВВ (%)	Нема	39,24	10,34	38,25	40,22	6,00	57,00	0,428
	Има	39,87	9,80	38,78	40,97	6,00	57,00	
PM ₁₀ (µg/m ³)	Нема	82,01	42,55	77,95	86,07	32,00	197,00	0,818
	Има	82,55	42,32	77,83	87,28	32,00	197,00	
I/O Ratio	Нема	0,94	0,34	0,91	0,97	0,36	1,91	0,456
	Има	0,95	0,32	0,92	0,99	0,36	1,91	

* Kruskal Wallis тест *<0,05 **<0,01 ***<0,001

4.3.2.1. Корелација активних особина учионице (IAQ концентрација полутаната) у односу на појаву поремећаја респираторног здравља испитиване деце

Симптоми бронхитиса су у статистички значајној корелацији са нижом концентрацијом NO₂ (p<0,0001), као и интервалима концентрација испод 40 µg/m³ (p<0,003), са нижим концентрацијама толуена (p<0,001), и етил-бензена (p<0,0001), измереним у учионици.

Табела 47. Активне карактеристике (IAQ) у односу на бронхитичне, астматичне симптоме и остале респираторне сметње/1

IAQ		NO ₂	NO ₂ ≥40 µg/m ³ <	Бензен	Бензен ≥5µg/m ³ <	Толуен	Етил-бензен	Ксилен
Симптоми бронхитиса	R	-,140**	-,121**	0,044	0,018	-,129**	-,202**	-,117**
	p	0,000	0,003	0,249	0,639	0,001	0,000	0,002
	N	697	594	697	697	697	697	697
Астматични симптоми	R	-0,017	-0,014	0,010	0,011	-0,074*	-0,079*	-0,039
	p	0,656	0,726	0,790	0,778	0,050	0,036	0,299
	N	697	594	697	697	697	697	697
Респираторне сметње	R	-0,037	-0,037	-0,004	-0,018	-0,085	-0,103	-0,055
	p	0,333	0,362	0,924	0,634	0,024	0,007	0,149
	N	697	594	697	697	697	697	697

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Бензен као континуирано обележје и као интервална серија (до и преко 5 µg/m³) није имао значајнију корелацију са симптомима бронхитиса, астме и са респираторним сметњама.

Табела 48. Активне карактеристике учионице (IAQ) у односу на бронхитичне, астматичне симптоме и остале респираторне сметње/2

		HCHO	HCHO 100 µg/m ³	CO ₂ ppm	VR L/s /особи	VR≥ 8 L/s /особи <	CO ₂ 1000 ppm	CO mg/m ³
Симптоми бронхитиса	R	0,115	-0,025	0,078	-0,052	-0,078	0,034	-0,008
	p	0,002**	0,507	0,047*	0,158	0,047*	0,359	0,834
	N	697	697	735	735	735	735	735
Астматични симптоми	R	0,077	0,016	0,025	-0,022	-0,029	0,025	0,006
	p	0,034*	0,676	0,496	0,543	0,432	0,505	0,868
	N	697	697	735	735	735	735	735
Респираторне сметње	R	0,079	0,030	0,007	-0,008	-0,017	-0,006	-0,001
	p	0,043*	0,422	0,845	0,823	0,639	0,878	0,972
	N	697	697	735	735	735	735	735

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Формалдехид као континуирано обележје има корелацију али као интервална серија (до и преко 100 µg/m³) није имао значајнију корелацију са симптомима бронхитиса, астме и са респираторним сметњама.

Симптоми бронхитиса су у статистички значајној корелацији са:

- повишеним вредностима IAQ формалдехида као континуираног обележја (p<0,002),
- нижом вредношћу VR у односу на оне прописане од стране ASHRAE (p<0,047),
- вишом температуром ваздуха учионице (p<0,009),
- неадекватним елементима зоне термалног комфора у учионици (p<0,0001),
- повишеним концентрацијама IAQ PM10 (p<0,014).

Астматични симптоми су у статистички значајној корелацији са:

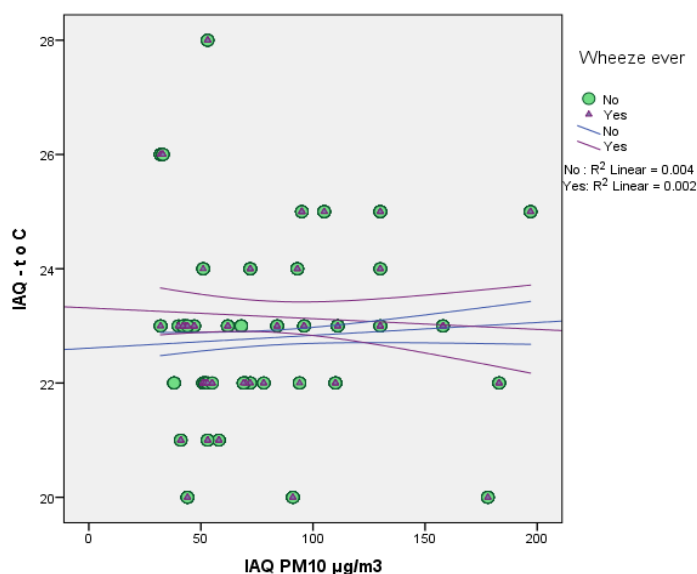
- нижим концентрацијама IAQ толуена ($p < 0,050$),
- нижим концентрацијама IAQ етил-бензена ($p < 0,036$),
- повишеним вредностима IAQ формалдехида ($p < 0,034$),
- вишом температуром ваздуха учионице ($p < 0,021$),
- неадекватним елементима зоне термалног комфора у учионици ($p < 0,002$),
- повишеним концентрацијама IAQ PM_{10} ($p < 0,049$), изнад $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Табела 49. Активне карактеристике учионице у односу на бронхитичне, астматичне симптоме и остале респираторне сметње/3

		Температура учионице (C°)	Релативна влажност	Зона комфора	PM ₁₀			
					$\mu\text{g}/\text{m}^3$	I/O Ratio	$\geq 20 < 50 < 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Симптоми бронхитиса	R	0,096	0,004	0,139	0,091	-0,047	-0,030	0,036
	p	0,009**	0,919	0,000***	0,014*	0,207	0,420	0,331
	N	735	735	735	735	735	735	735
Астматични симптоми	R	0,085	0,025	0,115	0,005	0,022	0,081	0,004
	p	0,021*	0,500	0,002**	0,882	0,554	0,049*	0,922
	N	735	735	735	735	735	735	735
Друге респираторне сметње	R	0,080	0,029	0,096	0,008	0,028	0,077	0,007
	p	0,030*	0,429	0,009**	0,818	0,456	0,044*	0,855
	N	735	735	735	735	735	735	735

* $< 0,05$ ** $< 0,01$ *** $< 0,001$

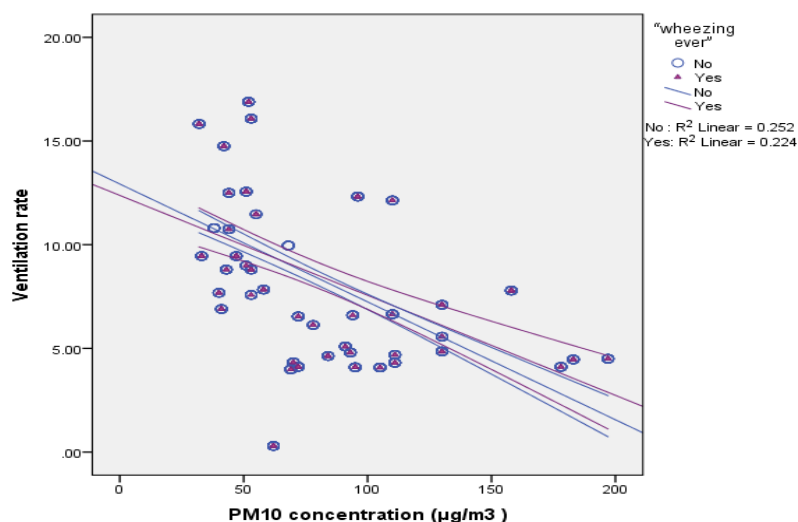
Графикон 59. Корелација између „визинга икад” и повишене температуре ваздуха у учионици и IAQ PM_{10}



Респираторне сметње су у статистички значајној корелацији са: нижим вредностима толуена ($p < 0,024$) и етил-бензена ($p < 0,007$) мерених у учионици, повишеним

концентрацијама формалдехида ($p < 0,043$), вишом температуром ваздуха у учионици ($p < 0,030$), неадекватним елементима зоне термалног комфора у учионици ($p < 0,009$), повишеним концентрацијама IAQ PM₁₀ изнад 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p < 0,044$), као и са астматичним симптомима.

Графикон 60. Корелација између „визинг икад”, VR и IAQ PM₁₀



Табела 50. Просечне вредности ОАQ параметара испред учионице у односу на појаву респираторних сметњи

Параметри	Респираторне сметње	Просек	SD	95% CI		Мин.	Макс.	Asym p. Sig.
				Доња	Горња			
NO ₂ (µg/m ³)	Нема	33,17	11,72	31,91	34,43	14,00	56,00	0,893
	Има	32,12	12,19	30,63	33,60	14,00	56,00	
Бензен C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Нема	6,33	2,53	6,06	6,60	3,36	11,32	0,950
	Има	6,19	2,56	5,88	6,50	3,36	11,32	
Толуен C ₆ H ₅ CH ₃ (µg/m ³)	Нема	19,18	60,73	12,64	25,72	3,40	400,98	0,193
	Има	20,46	68,31	12,11	28,80	3,40	400,98	
Етил-бензен C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃ (µg/m ³)	Нема	1,25	0,64	1,18	1,32	0,36	2,92	0,469
	Има	1,20	0,69	1,12	1,29	0,36	2,92	
Ксилен C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ (µg/m ³)	Нема	5,76	2,94	5,44	6,08	0,89	11,76	0,145
	Има	5,24	3,12	4,86	5,62	0,89	11,76	
Формалдехид НСНО (µg/m ³)	Нема	0,43	0,27	0,40	0,46	0,10	1,40	0,220
	Има	0,44	0,25	0,41	0,48	0,10	1,40	
СО ₂ (ppm)	Нема	421,82	44,19	417,60	426,04	254,00	750,00	0,022*
	Има	420,69	52,68	414,81	426,57	254,00	750,00	
СО (mg/m ³)	Нема	0,64	0,94	0,55	0,73	0,00	4,00	0,623
	Има	0,58	0,87	0,48	0,67	0,00	4,00	
Температура ваздуха С°	Нема	12,21	5,54	11,68	12,74	1,00	22,00	0,075
	Има	12,19	5,20	11,61	12,77	1,00	22,00	
Релативна влажност РВВ (%)	Нема	57,69	15,54	56,21	59,17	26,00	90,00	0,316
	Има	57,91	15,23	56,21	59,61	26,00	90,00	
PM ₁₀ (µg/m ³)	Нема	105,90	91,25	97,19	114,61	22,00	549,00	0,879
	Има	102,76	88,02	92,94	112,58	22,00	549,00	

* Kruskal Wallis тест * < 0,05 ** < 0,01 *** < 0,001

4.3.2.2. Корелација ОАQ концентрација полутаната у односу на појаву поремећаја респираторног здравља испитиване деце

Симптоми бронхитиса су испитивани у односу на континуирана обележја, као и у односу на интервале средњих вредности, или дозвољених вредности, а доказано је да су симптоми бронхитиса у статистички значајној корелацији са: нижим концентрацијама NO₂ (p < 0,000), као и интервалима NO₂ (p < 0,003) испод 40 µg/m³; нижим концентрацијама толуена (p < 0,001), етил-бензена (p < 0,0001) и ксилена (p < 0,001) измереним у ваздуху испред учионице.

Такође, симптоми бронхитиса су у статистички значајној корелацији са нижим концентрацијама CO₂ (p<0,044) и нижом температуром ваздуха испред учионице (p<0,017), као и са повишеним вредностима PM₁₀ (p<0,001) у амбијенталном ваздуху.

Табела 51. Показатељи загађења амбијенталног ваздуха у односу на бронхитичне, астматичне симптоме и остале респираторне сметње

		NO ₂	NO ₂ ≥ 40 µg/m ³ <	Бензен	Толуен	Етил- бензен	Ксилен	НСНО
Симптоми бронхитиса	R	-0,143	-0,121	0,009	-0,140	-0,153	-0,133	0,155
	p	0,000***	0,003**	0,819	0,001**	0,000***	0,001***	0,000***
	N	594	594	594	594	594	594	576
Астматични симптоми	R	-0,019	-0,014	0,001	-0,060	-0,045	-0,074	0,068
	p	0,651	0,726	0,990	0,141	0,277	0,049*	0,103
	N	594	594	594	594	594	594	576
Респираторне сметње	R	-0,044	-0,037	-0,031	-0,078	-0,051	-0,079	0,057
	p	0,285	0,362	0,451	0,047*	0,218	0,046*	0,174
	N	594	594	594	594	594	594	576
		CO ₂	CO	CO ≥ 3,0 mg/m ³	Температура (C°) ОАQ	PPB (%) ОАQ	PM ₁₀ контин- уирано	PM ₁₀ интервали
Симптоми бронхитиса	R	-0,070	0,003	-0,006	-0,088	0,008	0,129	0,108
	p	0,044*	0,928	0,869	0,017*	0,831	0,000***	0,003**
	N	735	735	735	735	735	735	735
Астматични симптоми	R	-0,078	-0,009	-0,022	-0,032	0,031	0,034	0,008
	p	0,047*	0,810	0,547	0,383	0,396	0,364	0,835
	N	735	735	735	735	735	735	735
Респираторне сметње	R	-0,079	-0,030	-0,025	-0,021	0,019	0,027	-0,003
	p	0,046*	0,421	0,503	0,574	0,600	0,466	0,943
	N	735	735	735	735	735	735	735

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Астматични симптоми су у статистички значајној корелацији са нижим вредностима толуена (p<0,049), као и нижим концентрацијама CO₂ (p<0,047) у амбијенталном ваздуху испред учионице.

Респираторне сметње су у статистички значајној корелацији са нижим концентрацијама толуена (p<0,047) и ксилена (p<0,047) измереним у амбијенталном ваздуху испред учионице. Такође, оне су у статистички значајној корелацији са нижим концентрацијама CO₂ (p<0,046) измереним у амбијенталном ваздуху испред учионице.

4.3.3. Корелација пасивних карактеристика учионице у односу на појаву поремећаја респираторног здравља испитиване деце

Појава кашља икада је у статистички значајној корелацији са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), односно већим бројем ученика, са отварањем прозора – луфтирање зими, као и са сувим чишћењем, односно чишћењем метлом (прилог 2, табела 8). Продуктивно искашљавање је у статистички значајној корелацији са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), односно већим бројем ученика, са отварањем прозора – луфтирање зими, као и са сувим чишћењем, односно чишћењем метлом. Визинг је у статистички значајној корелацији са сувим чишћењем, односно чишћењем метлом или мопом, као и са кречењем водоотпорном бојом. Суви кашаљ последњих 12 месеци је у статистички значајној корелацији са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), односно већим бројем ученика односно чишћењем метлом. Визинг икада је у статистички значајној корелацији са отварањем прозора – луфтирање зими, као и са намештајем испод 5 година старости. Икада дијагностикована астма је у статистички значајној корелацији са врстом подне облоге (пластична подна облога), са отварањем прозора – луфтирање зими, док је астма лечена последњих 12 месеци у статистички значајној корелацији са кречењем зидова. Дијагностикована алергија је у корелацији са отварањем прозора – луфтирање зими.

Појава бронхијалних сметњи је у статистички значајној корелацији са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), већим бројем деце у учионици као и са отварањем прозора – луфтирањем зими, са чишћењем метлом, док су астматичне сметње у статистички значајној корелацији са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), са отварањем прозора – луфтирањем зими.

Појава респираторних сметњи је у статистички значајној корелацији са начином кречења зидова, са мањим простором по ученику (мање од 2 m² по ученику), чешће отварање прозора, са отварањем прозора – луфтирање зими, као и са сувим чишћењем, односно чишћењем метлом (прилог 2, табела 8).

4.4. УТИЦАЈ СОЦИО-ЕКОНОМСКОГ СТАТУСА И СТИЛА ЖИВОТА НА ПОЈАВУ РЕСПИРАТОРНИХ СМЕТЊИ

У даљем тексту биће анализирана корелација између изложености дуванском диму од стране родитеља (*environmental tobacco smoke*, ETS) и појаве респираторних сметњи код деце која су учествовала у истраживању, односно респираторне сметње, бронхијални симптоми и астма и алергија у односу на изложеност дуванском диму у укупном узорку-табела 52.

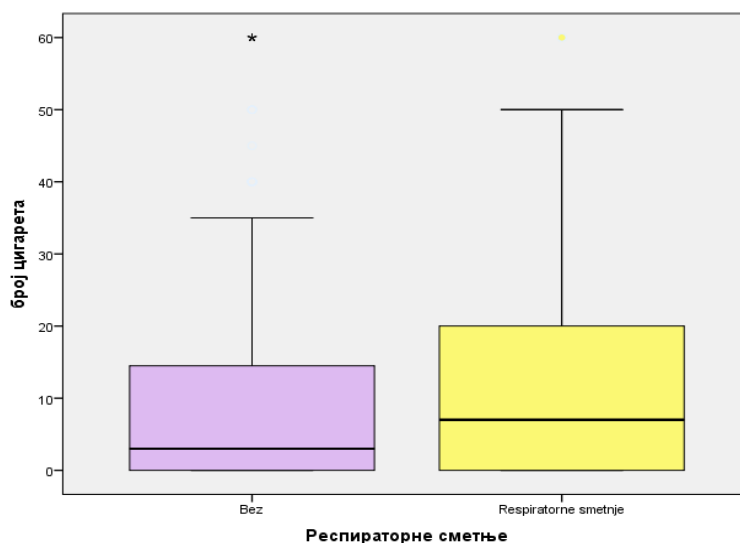
Табела 52. Број цигарета које попуше родитељи у кући

Мајке/очеви – укупно	Укупно		Нису изложени		Изложеност ETS		χ^2	sig
	Број	%	Број	%	Број	%		
Не пуши	321	43,8	321	100,0	0	0,0	733,00***	0,0001
1–5 цигарета/дан	68	9,3	0	0,0	68	100,0		
≥ 6 цигарета /дан	344	46,9	0	0,0	344	100,0		
Укупно	733	100,0	321	43,8	412	56,2		
	Број	%	Број	%	Број	%	χ^2	sig
Не пуши	321	43,8	321	100,0	0	0,0	728,95***	0,0001
1–10 цигарета/дан	196	26,7	0	0,0	196	47,6		
11–20 цигарета/дан	124	16,9	0	0,0	124	30,1		
21+ цигарета /дан	92	12,6	0	0,0	92	22,3		
Укупно	733	100,0	321	43,8	412	56,2		

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Родитељи деце, обухваћене истраживањем, пуше између $7,65 \pm 11,25$ до $12,66 \pm 15,50$ цигарета дневно, приказ у графикану који следи.

Графикон 61. Број цигарета које попуше родитељи и респираторне сметње



Униваријантна логистичка регресиона анализа: изложеност дуванском диму у кући и појава респираторних симптома

Доказано је да је највећи број деце која су изложена дуванском диму у кући у односу на број цигарета које родитељи попуше на дан, изложен ETS од 6 и више цигарета ($p < 0,0001$), односно, диму од ≤ 20 цигарета изложено је близу 78% деце од укупног броја изложених, а преко 22% деце је изложено ETS од ≥ 21 цигарете дневно ($p < 0,0001$).

Међу ученицима са респираторним сметњама, а који су изложени дуванском диму, највеће је учешће деце са „кашљем иначе” (22,10%), као и деце са „визингом икада” (21,5%).

Међу ученицима са респираторним сметњама који нису изложени дуванском диму, највеће је учешће деце са „кашљем иначе” (19,5%), као и деце са „визингом икада” (15,1%).

Респираторне сметње испољавају се код деце изложене дуванском диму у 189 (61%) случајева, док се код деце која нису изложена дуванском диму исте појављују у 121 (39%) случају, то јест, статистички значајно мање ($p \leq 0,026$).

Дијагностикована астма испољава се код деце изложене дуванском диму у 55 (58,5%) случајева, док је код деце која нису изложена дуванском диму дијагностикована астма у 39 (41,50%) случајева.

Астма лечена у последњих 12 месеци нотирана је код деце изложене дуванском диму у 39 (57,40%) случајева, док је код деце која нису изложена дуванском диму лечена астма у последњих 12 месеци присутна у 29 (42,60%) случајева.

Алергија икада, нотирана је код деце изложене дуванском диму у 88 (57,9%) случајева, док је код деце која нису изложена дуванском диму, алергија икада запажена у 64 (42,1%) случајева.

Међу ученицима са дијагностикованом **алергијом**, а који су изложени дуванском диму било је 77 (60,20%) у односу на децу која имају дијагнозу алергије, а нису изложена дуванском диму, којих је у тој групи било 51 (39,8%) деце са алергијом неизложене дуванском диму у кући. Међу ученицима са респираторним сметњама у односу на оне без истих, учешће деце која су изложена дуванском диму у кући су најучесталија деца са „кашљем иначе” (23,7%), а исто је учешће и деце са „алергијом икада”, „визингом икада” (23,6%).

Табела 53. Симптоми и сметње у односу на изложеност ученика дуванском диму у кући

ETS у кући		Укупно		Изложеност ETS				χ^2	Логистичка регресиона анализа		
				НЕ		ДА			sig	Exp (B)	95% С.І. Доња-горња
		Број	%	Број	%	Број	%				
Пол	ж	362	49,50	158	43,60	204	56,40	0,012/ns	0,912	0,984	0,73-1,32
	м	370	50,50	163	44,10	207	55,90				
Укупно		732	100,00	321	43,90	411	56,10				
Кашаљ икада	Не	557	77,90	251	45,10	306	54,90	1,346/ns	0,246	1,237	0,86-1,77
	Да	158	22,10	63	39,90	95	60,10				
Укупно		715	100,00	314	43,90	401	56,10				
Кашаљ ујутро (јесен/зима)	Не	637	89,20	282	44,30	355	55,70	0,205/ns	0,651	1,117	0,69-1,80
	Да	77	10,80	32	41,60	45	58,40				
Укупно		714	100,00	314	44,00	400	56,00				
Кашаљ дању/ ноћу (јесен/зима)	Не	644	89,80	288	44,70	356	55,30	1,077/ns	0,300	1,300	0,79-2,14
	Да	73	10,20	28	38,40	45	61,60				
Укупно		717	100,00	316	44,10	401	55,90				
Кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима)	Не	686	96,80	302	44,00	384	56,00	0,003/ns	0,959	1,022	0,44-2,36
	Да	23	3,20	10	43,50	13	56,50				
Укупно		709	100,00	312	44,00	397	56,00				
Продуктивни кашаљ	Не	646	90,30	284	44,00	362	56,00	0,006/ns	0,939	1,020	0,62-1,68
	Да	69	9,70	30	43,50	39	56,50				
Укупно		715	100,00	314	43,90	401	56,10				
Визинг икада	Не	563	78,50	253	44,90	310	55,10	2,606/ns	0,107	1,351	0,94-1,95
	Да	154	21,50	58	37,70	96	62,30				
Укупно		717	100,00	311	43,40	406	56,60				
Визинг у посл. 12 месеци	Не	645	90,30	279	43,30	366	56,70	1,411/ns	0,236	0,741	0,45-1,22
	Да	69	9,70	35	50,70	34	49,30				
Укупно		714	100,00	314	44,00	400	56,00				
Визинг после физичке активности	Не	683	94,90	297	43,50	386	56,50	0,882/ns	0,349	0,729	0,38-1,41
	Да	37	5,10	19	51,40	18	48,60				
Укупно		720	100,00	316	43,90	404	56,10				

% – хоризонтална структура *<0,05 **<0,01 ***<0,001

Деца која су изложена дуванском диму чешће имају појаву респираторних сметњи, дијагностиковане алергије и дијагностиковане астме.

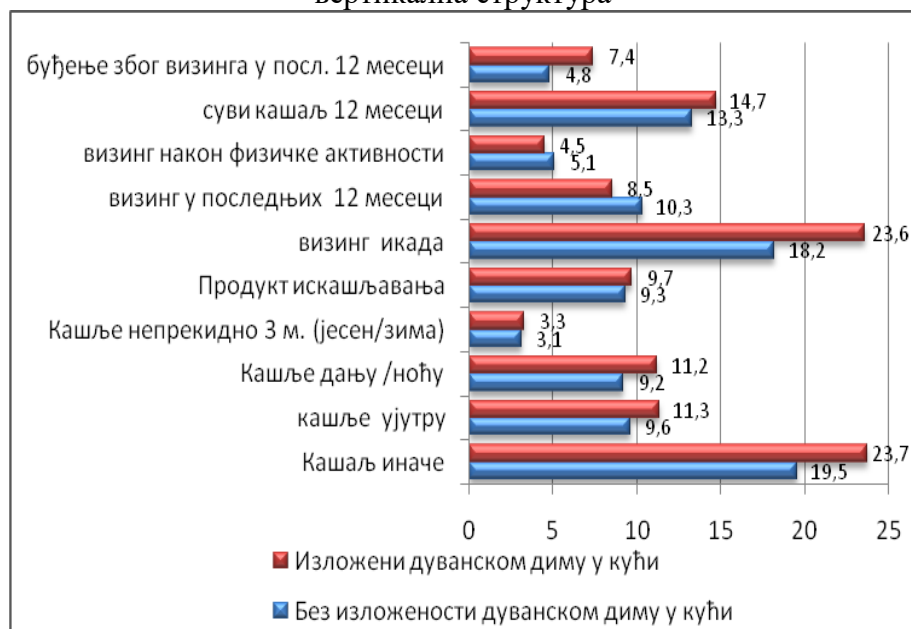
Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу иначе је 12,7% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу ујутру (јесен/зима) је 12% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу дању/ноћу (јесен/зима) је 30% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу непрекидно 3 месеца (јесен/зима) је 2,2% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Графикон 62. Изложеност и неизложеност дуванском диму и респираторне сметње – вертикална структура



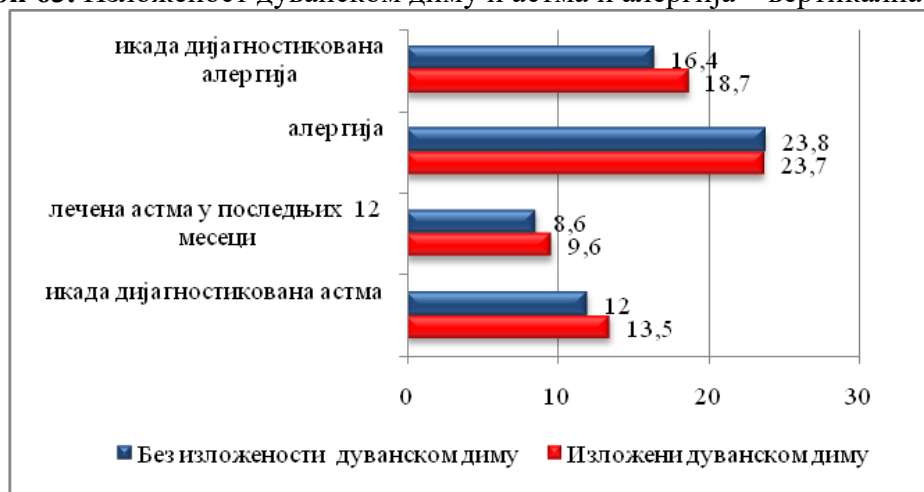
Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу непрекидно 3 месеца (јесен/зима) је 2% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући, као и да имају продуктивни кашаљ.

Вероватноћа појаве визинга код ученика изложених дуванском диму 35,1% је већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму имају визинг током последњих 12 месеци је 34% нижа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући, као и у случају визинга након физичке активности.

Изложеност дуванском диму у кући није предиктор нити за један од наведених симптома (униваријантна логистичка регресиона анализа), нити постоји статистички значајна разлика у заступљености ученика у односу на симптоме и изложеност (χ^2 тест). Изложеност дуванском диму у кући је предиктор респираторних сметњи (униваријантна логистичка регресиона анализа) ($p \leq 0,026$).

Графикон 63. Изложеност дуванском диму и астма и алергија – вертикална структура



Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму имају суви кашаљ током последњих 12 месеци је 12,4% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да се ученици изложени дуванском диму буде због визинга током 12 месеци је 71% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу имају икада дијагностиковану астму је 9,3% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући, а вероватноћа да је код ученика који су изложени дуванском диму у кући астма лечена у последњих 12 месеци, већа је 3,1%.

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму кашљу, имају икада дијагностиковану алергију је 22% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући, а вероватноћа да су ученици који су изложени дуванском диму у кући, икада имали неку алергију, већа је 5%.

Изложеност дуванском диму у кући није предиктор нити за једану од наведених симптома и сметњи (према униваријантној логистичкој регресионој анализи), нити постоји статистички значајна разлика у заступљености ученика у односу на симптоме и изложеност (χ^2 тест).

Бронхијални симптоми

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму имају бронхијалне симптоме је 22,7% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Табела 54. Симптоми и сметње у односу на изложеност ученика дуванском диму у кући – наставак

		Укупно		Изложеност ETS				χ^2	Логистичка регресиона анализа		
				НЕ		ДА			sig	OR	95% С.І. Доња - горња
		Број	%	Број	%	Број	%				
Суви кашаљ/12 мес.	не	620	85,90	273	44,00	347	56,00	0,290/ns	0,590	1,124	0,74-1,72
	да	102	14,10	42	41,20	60	58,80				
Укупно		722	100,00	315	43,60	407	56,40				
Буђење због визинга/12 мес.	не	674	93,90	299	44,40	375	55,60	2,643/ns	0,108	1,709	0,89-3,28
	да	44	6,10	14	31,80	30	68,20				
Укупно		718	100,00	313	43,60	405	56,40				
Икада Dg астма	не	623	86,90	272	43,70	351	56,30	0,157/ns	0,692	1,093	0,70-1,70
	да	94	13,10	39	41,50	55	58,50				
Укупно		717	100,00	311	43,40	406	56,60				
Лечена астма у последњих 12 мес.	не	650	90,50	282	43,40	368	56,60	0,014/ns	0,907	1,031	0,62-1,71
	да	68	9,50	29	42,60	39	57,40				
Укупно		718	100,00	311	43,30	407	56,70				
Алергија	не	499	76,70	216	43,30	283	56,70	0,066/ns	0,797	1,049	0,73-1,52
	да	152	23,30	64	42,10	88	57,90				
Укупно		651	100,00	280	43,00	371	57,00				
Икада Dg алергије	не	605	82,50	270	44,60	335	55,40	0,939/ns	0,322	1,217	0,83-1,79
	да	128	17,50	51	39,80	77	60,20				
Укупно		733	100,00	321	43,80	412	56,20				
		Број	%	Број	%	Број	%	χ^2	sig	Exp (B)	95% С.І.
Бронхијални симптоми	не	575	78,40	258	44,90	317	55,10	1,257/ns	0,263	1,227	0,86-1,76
	да	158	21,60	63	39,90	95	60,10				
Укупно		733	100,00	321	43,80	412	56,20				
Астматични симптоми	не	505	68,90	231	45,70	274	54,30	2,508/ns	0,114	1,293	0,94-1,78
	да	228	31,10	90	39,50	138	60,50				
Укупно		733	100,00	321	43,80	412	56,20				
Респираторне сметње	не	423	57,70	200	47,30	223	52,70	4,946*	0,026	1,401	1,04-1,89
	да	310	42,30	121	39,00	189	61,00				
Укупно		733	100,00	321	43,80	412	56,20				

% – хоризонтална структура *<0,05 **<0,01 ***<0,001

Астматични симптоми

Вероватноћа да ученици изложени дуванском диму имају астматичне симптоме је 29,3% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући.

Респираторне сметње

Доказано је да је изложеност дуванском диму статистички значајан предиктор за појаву респираторних сметњи – шанса да ученици изложени дуванском диму у кући имају неку од респираторних сметњи је већа за 40% у односу на децу која нису изложена дуванском диму у кући.

ROC анализа сензитивности и специфичности појаве респираторних сметњи код деце у односу на ETS

Додатном ROC анализом (табела 55) сензитивности и специфичности појаве респираторних сметњи у односу на ETS у кући, у виду броја цигарета попушених дневно од стране родитеља, доказано је да ROC крива затвара статистички значајну површину под кривом $ROC=0,547\pm 0,021$, $p<0,031$.

Табела 55. ROC крива – респираторне сметње и број цигарета које родитељи попуше дневно

Површина	СЕ	Sig.	95% CI	
			Доња	Горња
0,547	0,021	0,031*	0,504	0,589

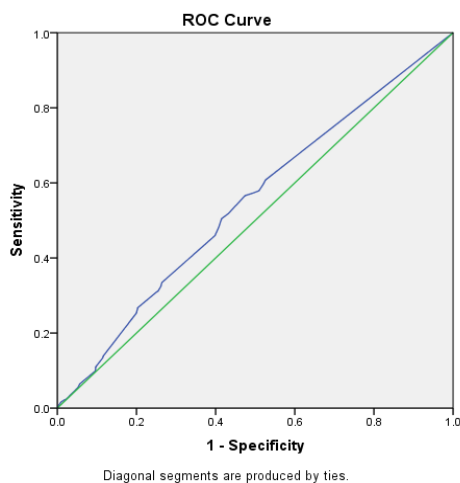
*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Табела 56. ROC крива – бронхијалне сметње и број цигарета које родитељи попуше дневно

Површина	СЕ	Sig.	95% CI	
			Доња	Горња
0,531	0,026	0,114	0,489	0,593

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Графикон 64. ROC крива – респираторне сметње и број цигарета попушених дневно од стране родитеља



Cut off вредности

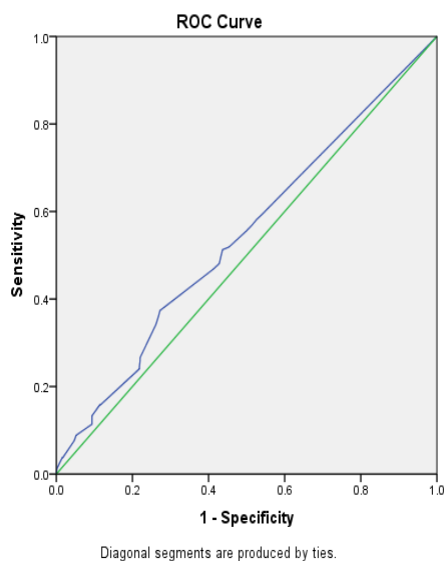
<i>Cut off</i>	Сензитивност	Специфичност
1.5	59,80%	47,90%
6.5	50,50%	58,50%
10	33,40%	73,60%
15	26,70%	79,70%
21	13,80%	88,40%

***Cut off* вредности**

- У случају < 2 цигарете/дан сензитивност појаве **респираторних сметњи** је 60%, а специфичност 47,9%;
- > 6 цигарета/дан сензитивност 50,5% за појаву респираторних сметњи, а специфичност 58,5%;
- > 10 цигарета/дан сензитивност пада испод 35%,
- > 15 цигарета/дан сензитивност пада испод 27%, а специфичност расте на 80%;
- > 20 попушених цигарета/дан специфичност за појаву респираторних сметњи расте изнад 88%.

ROC анализом (табела 56) сензитивности и специфичности појаве бронхијалних сметњи у односу на ETS у кући у виду броја цигарета попушених дневно од стране родитеља, доказано је да ROC крива затвара површину под кривом $ROC=0,531\pm 0,026$, $p=0,114$ која није статистички значајна.

Графикон 65. ROC крива за бронхијалне сметње у односу на број цигарета које родитељи попуше у кући, на дан



Cut off вредности

<i>Cut off</i>	Сензитивност	Специфи ост
2.5	58,20%	47,30%
5.5	51,9%	54,50
11	48,1%	58,20%
15.5	26,60%	78,00%
21	15,80%	88,40%

У случају:

- < 2 цигарете/дан сензитивност појаве бронхијалних сметњи је 61%, а специфичност 47,3%, док је > 5 цигарете/дан сензитивност је 51,9% за појаву бронхијалних сметњи, а специфичност 58,2%,
- > 10 цигарета/дан сензитивност пада испод 48%
- > 15 цигарета/дан сензитивност пада испод 27%, а специфичност расте на 78%,
- > 20 попушених цигарета/дан специфичност за појаву бронхијалних сметњи расте изнад 88%.

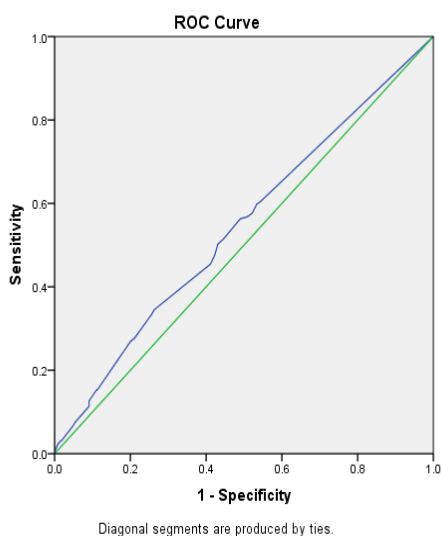
ROC анализом (табела 57) сензитивности и специфичности појаве астматичних сметњи у односу на изложеност дуванском диму у кући, представљено у виду броја цигарета које родитељи попуше на дан, доказано је да ROC крива затвара површину под кривом $ROC=0,553 \pm 0,023$, $p<0,05$, и статистички је значајна.

Табела 57. ROC крива астматичних сметњи у односу на број цигарета које родитељи попуше на дан у кући

Површина	СЕ	Sig.	95% CI	
			Доња	Горња
0,553	0,023	0,050*	0,498	0,589

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Графикон 66. Респираторне сметње, бронхитични симптоми, астматични симптоми



<i>Cut off</i>	Сензитивност	Специфичност
2,5	57,60%	48,80%
5,5	51,5%	54,30%
11	34,9%	73,10%
23,5	15,3%	89,9%

У случају:

- < 2 цигарете/дан сензитивност појаве астматичних сметњи је виша од 58%, а специфичност 48,8%, док > 5 цигарете/дан сензитивност 51,5% за појаву астматичних сметњи, а специфичност 58,2%
- > 10 цигарета/дан сензитивност пада испод 35%
- > 20 попушених цигарета/дан специфичност за појаву астматичних сметњи расте изнад 89%.

Униваријантном логистичком регресионом анализом доказано је да је изложеност дуванском диму статистички значајан предиктор за појаву респираторних сметњи – шанса да ученици изложени дуванском диму у кући имају неку од респираторних сметњи већа је за 40% него код деце која у кући нису изложена дуванском диму. ROC анализом доказано је да је изложеност већем броју цигарета у вези са појавом респираторних сметњи, статистички значајно. У том смислу, приказани су примери сензитивности и специфичности у случају одређеног броја цигарета попушених од стране родитеља у кући, на дан:

- За < 2 цигарете/дан – имају сензитивност за појаву ових сметњи 60%,
- За > 6 цигарета/дан – сензитивност за појаву респираторних сметњи пада испод 50%, а специфичност расте на 58%,
- За > 20 попушених цигарета/дан специфичност за појаву респираторних сметњи расте изнад 88%.

Универзитетном логистичком регресионом анализом доказано је да су астматични симптоми, као и бронхијални симптоми појачани код деце која су изложена пасивном пушењу у кући, без предикторског значаја, са вероватноћом да је шанса да ученици изложени дуванском диму имају бронхијалне симптоме за 22,7% већа него код деце која нису изложена дејству дуванског дима у кући. Истовремено, вероватноћа да ученици изложени дуванском диму имају астматичне симптоме је за 29,3% већа него код деце која нису изложена дуванском диму у кући, а бронхијалне сметње су у предикторској повезаности са изложеношћу пасивном пушењу у кући ($p < 0,026$).

ROC анализом сензитивности и специфичности доказано је да је изложеност већем броју цигарета на дан у вези са појавом астматичних симптома, статистички значајно.

Изложеност дуванском диму, родитељска оцена у односу на респираторне сметње појединачно у укупном узорку

У даљем тексту (табеа 58) биће анализирана изложеност дуванском диму и појава кашља, визинга, осталих симптома, астме и алергије. У кући у којој живи је дуванском диму изложено 412 ученика (58%), док остатак деце у стану/ кући није изложен утицају дуванског дима.

Табела 58. Изложеност дуванском диму и родитељска оцена физичког и менталног здравља деце

		Без изложености дуванском диму у кући		Изложени дуванском диму у кући		Укупно	%	χ^2 , sign.p
		Број	%	Број	%			
Физичко здравље	Одлично	180	60,8	235	57,3	415	58,8	2,201 0,532
	Добро	104	35,1	156	38,0	260	36,8	
	Средње	12	4,1	17	4,1	29	4,1	
	Лоше	0	0,0	2	0,5	2	0,3	
Укупно		296	41,9	410	58,1	706	100,0	
Ментално здравље	Одлично	227	76,7	311	76,0	538	76,3	2,355 0,502
	Добро	65	22,0	95	23,2	160	22,7	
	Средње	4	1,4	2	0,5	6	0,9	
	Лоше	0	0,0	1	0,2	1	0,1	
Укупно		296	42,0	409	58,0	705	100,0	

* $<0,05$ ** $<0,01$ *** $<0,001$

Међу ученицима са одличном оценом физичког здравља, учешће деце која су изложена дуванском диму у кући најучесталија су деца са одличном оценом (57,3%), а значајно је више учешће и деце са истом оценом психичког здравља (76%).

У даљем раду анализирана је **изложеност дуванском диму и ниво образовања родитеља** (табела 59).

Табела 59. Степен едукације родитеља у односу на изложеност дуванском диму у кући

Едукација		Изложеност дуванском диму у кући				Укупно	%	χ^2 , sign.p
		НЕ		ДА				
		Број	%	Број	%			
Мајка	Без основне школе	0	0,0	10	2,5	10	1,4	17,460 0,002
	Основна школа	16	5,5	19	4,8	35	5,1	
	Средња стручна школа	103	35,3	181	45,3	284	41,0	
	Гимназија	38	13,0	52	13,0	90	13,0	
	Виша школа, универзитет	135	46,2	138	34,5	273	39,5	
Укупно		292	42,2	400	57,8	692	100,0	
Отац	Без основне школе	0	0,0	6	1,5	6	0,9	30,081 0,000
	Основна школа	2	0,7	20	5,0	22	3,2	
	Средња стручна школа	119	41,0	207	51,9	326	47,3	
	Гимназија	42	14,5	53	13,3	95	13,8	
	Виша школа, универзитет	127	43,8	113	28,3	240	34,8	
Укупно		290	42,1	399	57,9	689	100,0	

У односу на образовање мајке, у кући у којој живи дуванском диму је изложено 400 ученика (57,8%), а највише изложене деце је са мајкама са средњом стручном школом (45,3%), док међу децом која нису изложена ETS, мајке најчешће имају вишу или високу спрему. Доказана је статистички значајна разлика у едукацији мајке и изложености ETS ($p < 0,002$).

У односу на образовање оца, у кући у којој живи је ETS изложено 399 ученика (57,9%), а највише изложене деце је са очевима са средњом стручном школом (51,9%), док међу децом која нису изложена ETS имају оца, који има најчешће вишу или високу спрему. Доказана је статистички значајна разлика у едукацији очева и изложености ETS код куће ($p < 0,002$). Чешће су дуванском диму изложена деца чије мајке и очеви имају средњу школу од деце осталих родитеља у односу на степен едукације.

Даљом анализом повезаности родитељских социо-економских карактеристика, тачније степена едукације са здрављем деце, доказано је да су едукација родитеља и респираторне сметње код деце повезане. Табела са дистрибуцијом степена едукације и респираторних сметњи дата је у табели број 60).

Повезаност појаве респираторних сметњи код деце и степена едукације родитеља

Анализом повезаности респираторних сметњи код деце и степена едукације мајке и оца тестирањем разлика у дистрибуцији учешћа, доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији респираторних сметњи у односу на степен едукације мајке код „кашља икад”, „кашља ујутру (јесен/зима)”, као и код појаве „кашља дању или увече (јесен/зима)” (табела 60 и табела 61).

Табела 60. Степен едукације родитеља у односу на респираторне сметње

Симптоми	родитељ		Степен образовања родитеља					укупно
			Нема основну	основна	занат	средња	Виша и висока	
Кашаљ икад	мајка	број	6	7	73	23	43	152
		%	60,0	21,2	25,3	25,3	15,9	21,9
	отац	број	3	10	80	16	39	148
		%	50,0	45,5	24,2	17,2	16,4	21,5
Кашаљ ујутру (јесен/зима)	мајка	број	3	4	38	9	18	72
		%	30,0	12,1	13,3	9,9	6,6	10,4
	отац	број	1	8	37	10	15	71
		%	16,7	36,4	11,3	10,6	6,3	10,3
Кашаљ дан/ноћ (јесен/зима)	мајка	број	5	5	32	7	20	69
		%	55,6	15,2	11,1	7,7	7,3	9,9
	отац	број	2	6	41	3	17	69
		%	40,0	27,3	12,4	3,2	7,1	10,0
Кашаљ у континуитету 3 мес. (јесен/ зима)	мајка	број	1	1	12	2	6	22
		%	11,1	3,1	4,2	2,2	2,2	3,2
	отац	број	0	2	13	0	5	20
		%	0,0	9,1	4,0	0,0	2,1	2,9
Продуктиван кашаљ	мајка	број	3	1	33	11	19	67
		%	30,0	3,0	11,6	12,1	6,9	9,7
	отац	број	2	2	37	8	17	66
		%	33,3	9,1	11,3	8,3	7,1	9,6
Визинг икада	мајка	број	2	3	76	23	48	152
		%	20,0	8,8	26,5	25,0	17,5	21,8
	отац	број	1	3	84	12	49	149
		%	16,7	13,0	25,4	12,6	20,4	21,4
Визинг у последњих 12 месеци	мајка	број	2	2	25	11	24	64
		%	20,0	6,3	8,9	11,8	8,7	9,2
	отац	број	1	2	31	10	20	64
		%	16,7	9,1	9,5	10,3	8,4	9,3
Визинг после физичке активности	мајка	број	1	1	16	4	12	34
		%	10,0	3,0	5,6	4,3	4,3	4,9
	отац	број	0	2	17	3	10	32
		%	0,0	9,1	5,2	3,1	4,1	4,6
Суви кашаљ у последњих 12 месеци	мајка	број	2	1	49	12	37	101
		%	20,0	3,0	17,0	12,9	13,4	14,4
	отац	број	1	3	51	14	30	99
		%	16,7	13,6	15,4	14,4	12,4	14,2
Буђење због визинга у последњих 12 мес.	мајка	број	2	1	23	5	11	42
		%	20,0	3,0	8,0	5,4	4,0	6,0
	отац	број	1	2	25	2	12	42
		%	16,7	9,1	7,6	2,1	5,0	6,1

Табела 61. Тестирање разлика у дистрибуцији респираторних сметњи у односу на степен едукације мајке и/или оца

Родитељи	Мајка		Отац	
	χ^2	sig.	χ^2	sig.
Респираторни симптоми				
кашаљ иначе	16,62	0,002	16,55	0002***
кашље ујутру јесен зима	11,12	0,025	20,97	0000***
кашље дању или ноћу (јесен/зима)	25,03	0,000	21,63	0,000***
кашље непрекидно 3 месеца (јесен/зима)	3,884	0,422	7,823	0,098
продуктивни кашаљ	10,64	0,031	6,823	0,146
визинг икада	10,67	0,030	8,617	0,071
визинг у трајању од 12 месеци	2,610	0,625	0,749	0,945
визинг после физичке активности	1,415	0,842	2,153	0,708
суви кашаљ у трајању од 12 месеци	5,722	0,221	1,016	0,907

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Мајке деце са овим сметњама најчешће имају незавршену основну школу или само основну школу. Учешће мајки са незавршеном школом, чија деца имају респираторне сметње кашља износи од 30 до 60%, а мајке са завршеном основном школом и децом са поменутиим сметњама, имају учешће од 12 до 22%.

Учешће очева са незавршеном школом чија деца имају респираторне сметње (*кашаљ иначе, ујутру, у трајању од најмање 3 месеца*) износи од 16 до 50%, док очеви са завршеном основном школом и децом са поменутиим сметњама, имају учешће од 27 до 46%. *Продуктивни кашаљ* и *визинг икада* код ђака из студије, у односу на степен едукације мајке и оца су статистички различито.

Мајке најчешће немају основну школу, а очеви деце са овим симптомима имају и завршену основну школу.

Визинг икада код ђака из студије је сметња која је у односу на степен едукације мајке статистички различита.

Мајке најчешће имају занат или средњу школу, а очеви ове деце имају и занат, али не и незавршену основну школу.

Анализом повезаности алергије и астме код деце и степена едукације мајке и оца тестирањем разлика у дистрибуцији учешћа, доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији икада дијагностиковане астме у односу на степен едукације оца.

Икада дијагностификована астма је највеће учешће има у односу на степен образовања код деце са мајкама са непотпуном и са основном школом (25,9%) , астма лечена у последњих 12 месеци је такође најзаступљенија међу мајкама са непотпуном и са основном школом (25,9%), икада појава алергије у деце је најзаступљенија међу децом

са мајкама са непотпуном и са основном школом (44,3%) ,а икада подтавлена дијагноза алергије у деце је такође најзаступљенија међу децом са мајкама са непотпуном и са основном школом (28,6%),без статистички значајније разлике.

Табела 62. Степен едукације родитеља у односу на астму и алергију

			Степен образовања родитеља					Укупно
			Нема основну	основна	занат	средња	Виша и висока	
Икада дијагноза астме	мајка	број	2	2	44	15	29	92
		%	20,0	5,9	15,3	16,3	10,6	13,2
	отац	број	1	1	55	5	30	92
		%	16,7	4,3	16,6	5,2	12,6	13,2
Лечена астма у последњих 12 месеци	мајка	број	2	2	29	10	23	66
		%	20,0	5,9	10,1	10,9	8,4	9,4
	отац	број	1	1	39	2	24	67
		%	16,7	4,3	11,7	2,1	10,1	9,6
Икада алергија	мајка	број	3	5	64	15	62	149
		%	30,0	14,3	24,7	17,9	25,3	23,5
	отац	број	2	2	80	12	52	148
		%	33,3	9,5	26,5	13,6	24,5	23,5
Постављена дијагноза алергије	мајка	број	2	3	55	14	52	126
		%	20,0	8,6	18,7	15,1	18,6	17,7
	отац	број	1	1	67	12	43	124
		%	16,7	4,3	19,9	12,4	17,6%	17,6%

Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији икада дијагностиковане астме у односу на степен едукације оца. Очеви деце са овом дијагнозом најчешће имају занат или вишу и високу школску спрему .Код појаве алергије није доказана значајнија разлика иако је појава астме најучесталија код најнижег степена образовања очева као и појава алергија код ученика.

Табела 63. Тестирање разлика у дистрибуцији астме и алергије код деце у односу на степен едукације мајке и/или оца

Родитељи	мајка		отац	
Астма и алергија	χ^2	sig.	χ^2	sig.
икада дијагностикована астма	5,495	0,240	10,319a	0,035*
лечена астма у последњих 12 месеци	2,533	0,639	9,232a	0,056
алергија	4,026	0,402	8,985a	0,061
Dg алергије	2,856	0,582	5,896a	0,207

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Када се анализира нека запосленост родитеља у односу на врсту респираторних , асмаптичних или бронхитичних сметњи резултат је следећи (табела 64):

Табела 64. Запосленост родитеља у односу на респираторне сметње

		Мајка		Отац	
		N	%	N	%
Кашаљ икад	Незапослени	57	24,1	54	22,0
	Запослени	94	20,6	89	20,9
	χ^2 , p sign	1,111	p=0,292	0,112	p=0,738
Кашаљ ујутро (јесен/зима)	Незапослени	29	12,3	27	11,1
	Запослени	44	9,6	42	9,9
	χ^2	1,253	p=0,263	0,244	p=0,621
Кашаљ дан/ноћ (јесен/зима)	Незапослени	31	13,1	27	11,0
	Запослени	41	8,9	41	9,6
	χ^2	2,899	p=0,089	0,344	p=0,557
Кашаљ у континуитету 3 мес. (јесен/ зима)	Незапослени	5	2,2	9	3,7
	Запослени	16	3,5	12	2,8
	χ^2	0,952	p=0,329	0,418	p=0,518
Продуктивни кашаљ	Незапослени	25	10,7	27	11,0
	Запослени	41	8,9	35	8,3
	χ^2	0,606	p=0,436	1,372	p=0,241
Визинг икад	Незапослени	46	19,5	45	18,1
	Запослени	104	22,5	99	23,1
	χ^2	0,818	p=0,366	2,328	p=0,127
Визинг у последњих 12 месеци	Незапослени	21	9,0	25	10,1
	Запослени	44	9,6	37	8,7
	χ^2	0,068	p=0,794	0,351	p=0,554
Визинг после физичке активности	Незапослени	9	3,8	13	5,2
	Запослени	25	5,4	19	4,5
	χ^2	0,85	p=0,357	0,191	p=0,662
Суви кашаљ у последњих 12 месеци	Незапослени	38	16,0	39	15,7
	Запослени	63	13,6	57	13,3
	χ^2	0,729	p=0,393	0,789	p=0,374
Буђење због визинга у последњих 12 месеци	Незапослени	14	5,9	19	7,7
	Запослени	29	6,3	21	4,9
	χ^2	0,032	p=0,858	2,18	p=0,140

Већи је проценат деце са кашљем икада, као и кашљем ујутру, кашљем дан/ноћ, сувим кашљем међу незапосленим мајкама у односу на запослене, без значајније разлике.

Међу незапосленим ошевима већи је проценат деце са кашљем икада, као и кашљем ујутру, кашљем дан/ноћ, продуктивним кашљем, визингом и сувим кашљем у односу на запослене, без значајније разлике.

Када се анализира нека врста социјалне помоћи коју прима породица ђака, од државе, резултат је следећи. Од 13 (1,9%) деце чији родитељи примају социјалну помоћ, 11 (1,8%) је изложено дуванском диму, а само двоје ученика чији родитељи примају социјалну помоћ није у групи изложених дуванском диму. Највећи број анкетираних ученика чији су родитељи примаоци помоћи изложени су дуванском диму у кући.

Табела 65. Дистрибуција у односу на остваривање породичне социјалне помоћи и у односу на изложеност ученика дуванском диму у кући

		Без изложености дуванском диму у кући		Изложени дуванском диму у кући		Укупно	%	χ^2 , sign.p
		Број	%	Број	%			
Социјална помоћ	Без соц. помоћи	292	99,3	400	97,3	692	98,2	3,993 0,136
	Да, понекад	1	0,3	3	0,7	4	0,6	
	Социјална помоћ	1	0,3	8	1,9	9	1,3	
Укупно		294	41,7	411	58,3	705	100,0	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Даљом анализом повезаности родитељских социо-економских карактеристика, тачније примања неке врсте социјалне помоћи са здрављем деце, доказано је да су нека врста социјалне помоћи родитеља и респираторне сметње код деце повезане.

Табела са дистрибуцијом ученика чији су родитељи примаоци неке врсте социјалне помоћи и респираторних сметњи (табела 66). Значајне повезаности су доказане између кашља *дању или ноћу (јесен / зима)*, у смислу да су значајно чешће родитељи деце са тим симптомом и примаоци социјалне помоћи ($p < 0,001$). Код *кашља непрекидно три месеца у јесен/зиму* значајно чешће родитељи нису примаоци социјалне помоћи ($p < 0,038$).

У случају *визинг у последњих 12 месеци* значајно чешће су родитељи примаоци социјале помоћи ($p < 0,019$).

Табела 66. Социјална помоћ у односу на респираторне сметње

Учешће ученика са респираторним сметњама и Dg астме, алергије у укупном узорку свих ученика*	N/ %	Државна помоћ			Укупно	χ^2 ,sign.
		Не	Понекад	Редовно		
Кашаљ икада	N	149	1	5	155	4,867
	%	21,6	33,3	50,0	22,0	0,088
Кашаљ ујутру (јесен/зима)	N	71	1	2	74	3,010
	%	10,3	33,3	22,2	10,5	0,222
Кашаљ дан/ноћ (јесен/зима)	N	67	1	4	72	13,503**
	%	9,7	33,3	44,4	10,2	0,001
Кашаљ у континуитету 3 месеца (јесен/зима)	N	21	1	0	22	6,565*
	%	3,1	25,0	0,0	3,2	0,038
Продуктивни кашаљ	N	66	1	1	68	1,937
	%	9,6	33,3	10,0	9,7	0,380
Визинг икада	N	152	1	1	154	0,842
	%	21,9	25,0	10,0	21,7	0,656
Визинг у последњих 12 месеци	N	62	2	1	65	7,974*
	%	9,0	50,0	10,0	9,2	0,019
Визинг после физичке активности	N	32	1	1	34	4,225
	%	4,6	25,0	10,0	4,8	0,121
Суви кашаљ у последњих 12 месеци	N	100	1	0	101	2,049
	%	14,3	25,0	0,0	14,2	0,359
Буђење због визинга у последњих 12 месеци	N	42	1	0	43	3,159
	%	6,1	25,0	0,0	6,1	0,206
Икада дијагноза астме	N	92	1	1	94	0,572
	%	13,2	25,0	10,0	13,3	0,751
Лечена астма у последњих 12 месеци	N	66	1	1	68	1,108
	%	9,5	25,0	10,0	9,6	0,575
Икада алергија	N	151	1	0	152	2,198
	%	23,9	25,0	0,0	23,7	0,333
Постављена дијагноза алергије	N	127	1	0	128	2,321
	%	17,9	25,0	0,0	17,0	0,313

У даљој анализи биће приказана повезаност социо-економских карактеристика са појавом респираторних сметњи код ученика.

Корелација социо-економских показатеља и појаве респираторних сметњи код ученика

У даљем тексту, анализирани су повезаности социо-економских карактеристика родитеља, и то изложености дуванском диму, степена едукације мајке и оца, примаоци неке врсте социјалне помоћи породици, као и запосленост родитеља, са респираторним здрављем деце. Табела 67. са приказом корелација социо-економских карактеристика родитеља и респираторних сметњи дата је у наставку, а резултат је следећи.

Табела 67. Корелација социо-економских показатеља и појаве респираторних сметњи код ученика

		ETS у кући	Број цигарета	Образовање		Социјална помоћ	Запосленост	
				мајке	оца		мајке	оца
Кашаљ икада	R	0,050	,087*	-0,122**	-0,132**	0,083*	-0,040	-0,013
	p	0,191	0,024	0,001	0,001	0,028	0,292	0,738
	N	693	681	693	689	704	694	670
Кашаљ ујутро (јесен/зима)	R	0,027	0,41	-0,116**	-,123**	0,055	-0,042	-0,019
	p	0,483	0,88	0,002	0,001	0,143	0,264	0,622
	N	692	680	692	689	703	694	670
Кашаљ дан/ноћ (јесен/зима)	R	0,033	0,084*	-0,121**	-,133**	0,138**	-0,085*	-0,023
	p	0,384	0,028	0,001	0,000	0,000	0,049	0,558
	N	695	683	695	691	706	696	672
Кашаљ конст. 3 месеца (јесен/зима)	R	0,005	0,063	-0,060	-0,068	0,011	0,037	-0,025
	p	0,894	0,103	0,114	0,075	0,780	0,330	0,519
	N	688	675	687	684	698	688	666
Продуктивни кашаљ	R	0,008	0,054	-0,069	-0,077*	0,015	-0,030	-0,045
	p	0,844	0,160	0,069	0,043	0,686	0,437	0,242
	N	692	682	693	690	704	694	670
Визинг икада	R	0,065	0,075	-0,053	-0,038	-0,031	0,034	0,059
	p	0,085	0,050	0,162	0,316	0,415	0,366	0,127
	N	697	686	698	695	709	699	676
Визинг у последњих 12 месеци	R	-0,031	-0,007	-0,008	-0,021	0,035	0,010	-0,023
	p	0,419	0,853	0,825	0,590	0,350	0,794	0,554
	N	691	681	693	689	703	693	670
Визинг након физичке активности	R	-0,015	-0,023	-0,026	-0,028	0,049	0,035	-0,017
	p	0,684	0,542	0,500	0,454	0,188	0,357	0,662
	N	697	687	698	695	709	699	676
Суви кашаљ у последњих 12 месеци	R	0,020	0,072	-0,018	-0,034	-0,039	-0,032	-0,034
	p	0,592	0,058	0,639	0,363	0,295	0,394	0,375
	N	700	689	701	698	712	702	678
Пробуђен визингом у последњих 12 месеци	R	0,053	0,083	-0,077	-0,067	-0,011	0,007	-0,057
	p	0,162	0,031*	0,042*	0,076	0,771	0,858	0,140
	N	697	685	697	694	708	698	675

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Доказана је статистички значајна корелација између појаве *кашља иначе* и броја цигарета попушених у кући, чешће је већи број попушених цигарета у корелацији са кашљом иначе. Доказана је статистички значајна обрнута корелација између *кашља икада* и образовања мајке и оца, чешће родитељи са мањим степеном едукације имају децу са овим сметњама. Доказана је статистички значајна обрнута корелација између *кашља икада* и социјалне помоћи, чешће родитељи са сталном и повременом помоћи државе имају децу са овим сметњама.

Доказана је статистички значајна обрнута корелација између *кашља ујутру (јесен/зима)* и образовања, чешће родитељи са мањим степеном едукације имају децу са овим сметњама.

Доказана је статистички значајна обрнута корелација између кашља дању и увече (јесен/зима) и образовања родитеља: чешће родитељи са мањим степеном едукације имају децу са овим сметњама, као и корелација са већим бројем цигарета и незапосленошћу мајке.

Појава *продуктивног кашља* и ниже образовање оца су у статистички значајној корелацији. *Визинг икада* је у статистички значајној корелацији са већим бројем попушених цигарета/дан. *Буђење због визинга у последњих 12 месеци* и нижи степен образовања мајке су у статистички значајној корелацији, као и са већим бројем попушених цигарета, на дневној бази.

Табела 68. Корелација социо-економских показатеља и појаве астме и алергије код ученика

		ETS у кући	Број цигарета	Едукација мајке	Едукација оца	Социјална помоћ	Запосленост мајке	Запосленост оца
+Dg астме	R	0,022	0,062	-0,041	-0,039	-0,003	0,008	0,034
	p	0,556	0,102	0,276	0,305	0,935	0,840	0,373
	N	697	686	698	695	709	699	676
Лечена астма/12 мес.	R	0,017	0,045	-0,026	-0,024	0,014	-0,020	0,017
	p	0,655	0,234	0,497	0,534	0,717	0,602	0,657
	N	698	687	699	696	710	700	677
алергија	R	0,000	-0,003	0,020	-0,010	-0,054	0,056	0,026
	p	0,992	0,932	0,607	0,798	0,172	0,158	0,524
	N	632	623	633	629	642	636	617
+Dg алергије	R	0,029	-0,001	0,019	-0,006	-0,048	0,085	0,033
	p	0,440	0,984	0,616	0,873	0,195	0,023*	0,388
	N	710	699	711	706	722	712	686

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Дијагноза алергије и запосленост мајке су у статистички значајној корелацији.

Дијагноза алергије је у корелацији са радном активношћу мајке ($p < 0,023$), док остале социо-економске карактеристике родитеља нису у сигнификантној корелацији са астмом и појавом алергије последњих 12 месеци.

Корелација бронхитичних и астматичних симптома, респираторних сметњи са социо-економским карактеристикама породице

У даљем тексту анализиране су повезаности социо-економских карактеристика родитеља, и то старост родитеља, изложености дуванском диму, степен едукације мајке и оца, као и запосленост родитеља, са респираторним здрављем деце.

Табела корелација социо-економских карактеристика родитеља и респираторних сметњи дата је у наставку (табела 53), чији се резултати тумаче на следећи начин: није доказана корелација између појаве респираторних, бронхитичних сметњи и асмати-чних симптома и неке врсте социјалне помоћи породици.

Појава респираторних сметњи је у статистички значајној корелацији са млађим родитељима, са изложеношћу дуванском диму у кући, као и већим бројем попушених цигарета/дан, са нижим степеном образовања родитеља, али не и са запосленошћу родитеља.

Појава бронхитичних сметњи је у статистички значајној корелацији са млађим родитељима, са већим бројем попушених цигарета/дан, са нижим степеном образовања родитеља, али не и са запосленошћу родитеља.

Табела 69. Корелација социо-економских показатеља и респираторних сметњи

	Старост мајке		Старост оца		Изложеност дуванском диму		Број цигарета/дан	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Респираторне сметње	-0,092	0,015*	-0,083	0,029*	0,082	0,026*	0,083	0,024*
Бронхитичне сметње	-0,110	0,003**	-0,091	0,017*	0,041	0,263	0,061	0,098
Асматиичне сметње	-0,094	0,013*	-0,076*	0,047*	0,058	0,114	0,073*	0,048*
	Образовање мајке		Образовање оца		Запосленост мајке		Запосленост оца	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Респираторне сметње	-0,078	0,038*	-0,080	0,033*	0,028	0,539	0,053	0,163
Бронхитичне сметње	-0,114	0,002**	-0,128	0,001**	-0,040	0,291	-0,011	0,775
Асматиични симптоми	-0,061	0,105	-0,063	0,092	0,039	0,299	0,043	0,265

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Појава астматичних симптома је у статистички значајној корелацији са млађим родитељима, са већим бројем попушених цигарета/дан, али не и са степеном образовања родитеља, или са запосленошћу родитеља.

Респираторне сметње су у статистички значајној корелацији са чешћим плућним инфекцијама деце до две године старости ($p < 0,0001$), присуством ETS у кући ($p < 0,010$).

Табела 70. Корелација бронхитичних и астматичних симптома, респираторних сметњи са социо-економским карактеристикама

Симптоми/ сметње		Плућне инфекције до 2. год.	Тежина на рођењу < 2500 g	Дојење	Место боравка од рођења	Густина саобраћаја	Тип куће/ стана
Респираторне сметње	R	0,328	0,042	-0,025	-0,027	0,000	0,000
	p	0,000***	0,258	0,501	0,461	0,998	0,994
	N	728	712	731	727	708	698
Бронхитичне сметње	R	0,329	-0,006	-0,002	0,018	-0,126	-0,108
	p	0,000***	0,879	0,948	0,633	0,001	0,004
	N	728	712	731	727	708	698
Астматични симптоми	R	,321	0,025	-0,003	-0,057	0,008	0,020
	p	0,000***	0,501	0,942	0,125	0,840	0,602
	N	728	712	731	727	708	698

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Бронхитични симптоми су у статистички значајној корелацији са чешћим плућним инфекцијама деце до навршене друге године ($p < 0,0001$), густином саобраћаја у месту живљења ($p < 0,001$), типом стамбеног објекта ($p < 0,004$).

Астматични симптоми су у статистички значајној корелацији са чешћим плућним инфекцијама деце до навршене друге године ($p < 0,0001$), ETS у кући ($p < 0,048$).

Повезаност појединачних респираторних симптома и сметњи са појавом бронхитиса и астме

Табела са анализом повезаности појединачних симптома и сметњи са респираторним здрављем деце, у смислу присутног бронхитиса и астме, дата је у наставку (табела број 55), са следећим тумачењем: појава бронхитичних симптома је у статистички значајној, директној корелацији са сваким од појединачних симптома.

Појава астматичних симптома је у статистички значајној, директној корелацији са сваким од појединачних симптома.

Табела 71. Корелација бронхитичних, астматичних симптома и других респираторних сметњи у односу на појаву појединачних симптома

Симптоми		Кашаљ иначе	Кашље ујутро (јесен/зима)	Кашље дан/ноћ (јесен/зима)	Кашље непрекидно 3 месеца (јесен/зима)	Продукт искашљавања	+Dg астме	Лечена астма/ 12 мес.
Симптоми бронхитиса	R	0,999	0,671	0,649	0,358	0,637	0,426	0,380
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	717	716	719	711	717	719	720
Астматични симптоми	R	0,483	0,260	0,291	0,208	0,441	0,578	0,481
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	717	716	719	711	717	719	720
Респираторне сметње	R	0,623	0,412	0,398	0,217	0,388	0,458	0,381
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	717	716	719	711	717	719	720
симптоми		Визинг икада	Визинг у посл.12 месеци	Визинг након физ.актив.	Суви кашаљ у посл.12 м.	Пробуђен визингом у	Алергија	+Dg алергије
Симптоми бронхитиса	R	0,427	0,429	0,327	0,354	0,362	0,369	0,284
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	719	716	722	724	720	724	735
Астматични симптоми	R	0,779	0,487	0,347	0,603	0,378	0,681	0,319
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	719	716	722	724	720	724	735
Респираторне сметње	R	0,620	0,386	0,273	0,475	0,298	0,540	0,536
	p	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
	N	719	716	722	724	720	724	735

*<0,05 ,**<0,01 ,***<0,001

Појава респираторних сметњи је у статистички значајној, директној корелацији са сваким од појединачних симптома.

4.5. РЕЗУЛТАТИ СПИРОМЕТРИЈЕ

4.5.1. Просечне вредности показатеља спирометрије према полу и старости у укупном узорку ученика

У табели 72 и на графиконима који следе приказане су вредности FVC у укупном узорку.

На основу вредности се може закључити да се просечна вредност FVC не разликује значајније између дечака и девојчица, а просечан FVC је незнатно виши код дечака.

Табела 72. Просечна вредност FVC, FEV₁ и FEV₁/FVC према полу у укупном узорку

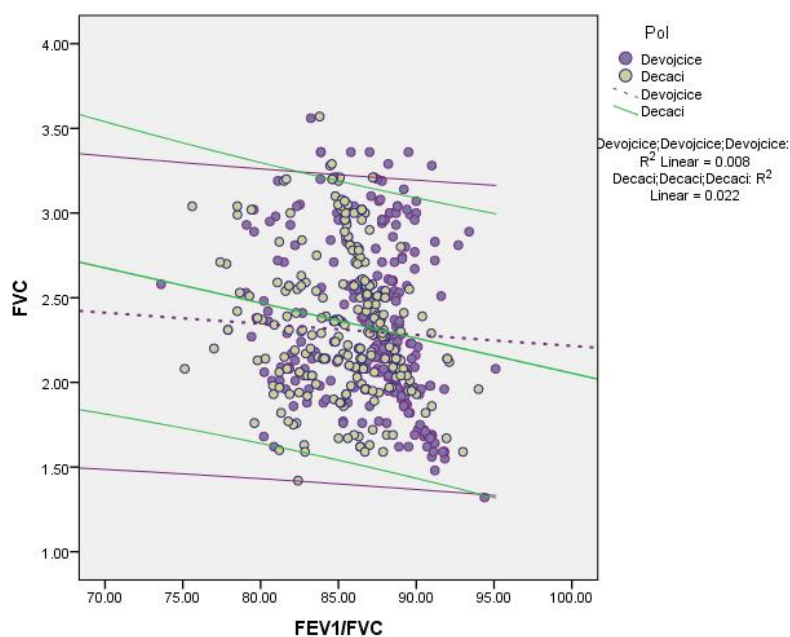
		Број	Просек	СД	95% CI		Мин.	Макс.	ANOVA, sig.
					Доња	Горња			
FVC	Женски	271	2,30	0,46	2,25	2,36	1,32	3,56	2,123 p=0,150
	Мушки	272	2,36	0,42	2,31	2,41	1,42	3,57	
	Укупно	543	2,33	0,44	2,29	2,37	1,32	3,57	
FEV ₁	Женски	271	2,00	0,40	1,96	2,05	1,25	3,00	0,031 p=0,870
	Мушки	271	2,01	0,36	1,97	2,05	1,17	2,99	
	Укупно	542	2,01	0,38	1,98	2,04	1,17	3,00	
FEV ₁ /FVC	Женски	271	86,90	6,17	86,16	87,64	0,82	95,10	12,541 0,000***
	Мушки	272	85,42	3,02	85,06	85,78	75,12	94,00	
	Укупно	543	86,16	4,91	85,75	86,57	0,82	95,10	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

У укупном узорку, без обзира на старост ученика обухваћених истраживањем просечна вредност FEV₁ се не разликује значајније између дечака и девојчица, а просечан FEV₁ је незнатно виши код дечака.

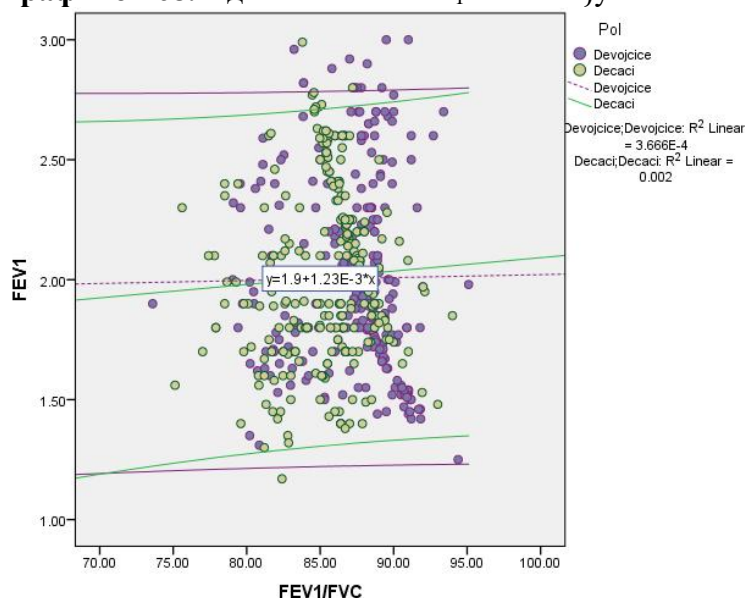
У укупном узорку, просечна вредност односа FEV₁/FVC се разликује значајно између дечака и девојчица, а просечан FEV₁/FVC је статистички значајно виши код девојчица (p<0,0001). На графиконима који следе је приказан однос FVC и FEV₁/FVC међу половима, као измерене вредности FEV₁ и однос ових вредности са вредностима FEV₁/FVC међу половима.

Графикон 67. Однос FVC и FEV₁/FVC међу половима



Тренд кретања односа вредности FEV₁/FVC и вредности FVC код дечака је опадајући са већим коефицијентом него код девојчица.

Графикон 68. Однос FVC и FEV₁/FVC међу половима



Тренд кретања односа вредности FEV₁/FVC и вредности FEV₁ код дечака је растући са нешто већим линеарним коефицијентом него код девојчица.

Анализом ROC криве повезаности вредности спирометрије са полом добијени су следећи резултати (табела 73, графикон 69).

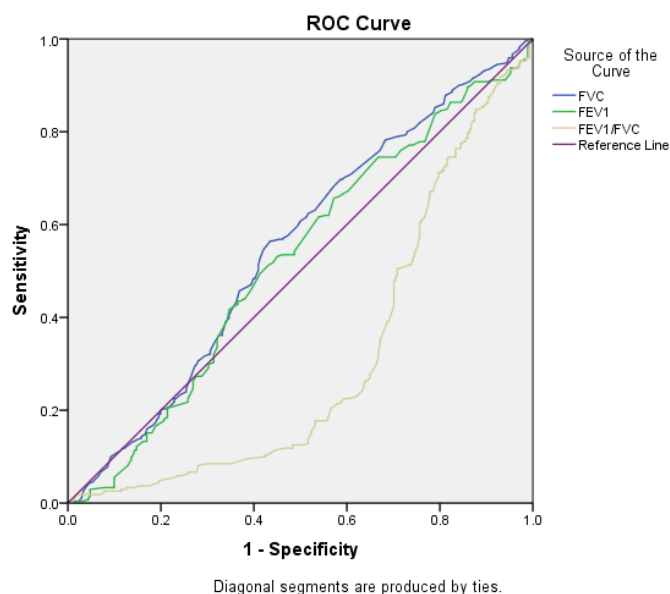
Табела 73. Површина под кривом (AUC) у односу на пол

Спирометрија	Површина	СЕ	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,549	0,025	0,050*	0,500	0,597
FEV ₁	0,522	0,025	0,379	0,473	0,571
FEV ₁ /FVC	0,308	0,023	0,000***	0,262	0,354

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC у односу на пол, добијена површина испод ROC криве (ROC = *Reciever operator characteristic curve*) код FVC је статистички значајна и износи 54,9%, код случајно одабраних испитаника мушког пола у односу на девојчице (ROC=0,549±0,025, за p<0,050).

Добијена површина испод ROC криве за FEV₁ износи 52,2% (ROC=0,522±0,025, за p=ns), а добијена површина испод ROC криве код висине FEV₁/FVC је статистички значајна и износи 30,8% (ROC=0,308±0,023, за p<0,0001).

Графикон 69. ROC крива вредности спирометрије код деце у односу на пол



AUC дечака за FEV₁/FVC захвата значајну површину у односу на девојчице (p<0,0001), као и AUC код дечака за FVC (p<0,050).

Вредности спрометрије према полу и старости

У табели 74 су приказане :

- просечна вредност FVC, као и FEV₁, затим, однос FVC и FEV₁/FVC код девојчица, у односу на њихову старост.

У узорку испитиваних девојчица, просечна вредност FVC разликује се значајно у односу на старост девојчица; статистички значајно је виши код најстаријих девојчица (p<0,0001), као и просечан FEV₁, који је статистички значајно виши код најстаријих девојчица (p<0,0001).

Табела 74. Просечне вредности спирометрије код девојчица према старости

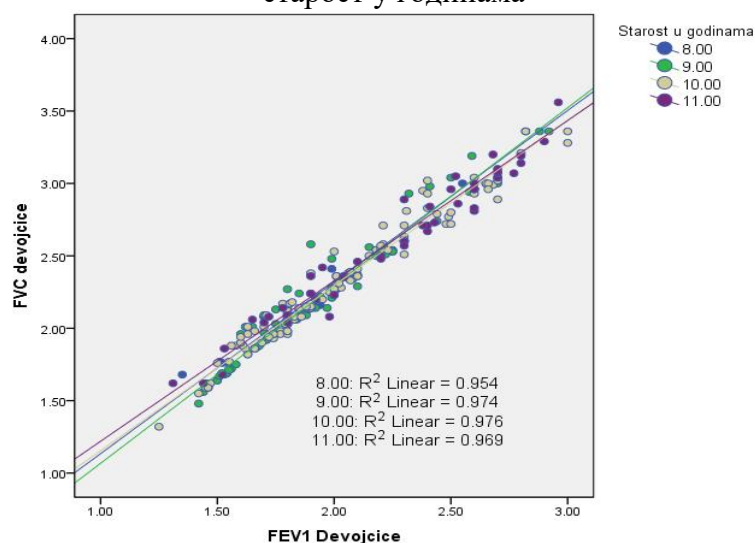
ДЕВОЈЧИЦЕ										
	Године старости	Број	Просек	SD	SE	95% CI		Мин.	Макс.	ANOVA
						Доња	Горња			
FVC	8	13	1,99	0,38	0,10	1,76	2,21	1,68	3,00	11,863 p<0,000***
	9	97	2,17	0,43	0,04	2,09	2,26	1,48	3,36	
	10	112	2,32	0,44	0,04	2,24	2,41	1,32	3,36	
	>11	49	2,58	0,47	0,07	2,45	2,72	1,62	3,56	
	Укупно	271	2,30	0,46	0,03	2,25	2,36	1,32	3,56	
FEV ₁	8	13	1,72	0,31	0,09	1,54	1,91	1,35	2,55	11,826 p<0,000***
	9	97	1,90	0,34	0,03	1,83	1,97	1,42	2,92	
	10	112	2,03	0,38	0,04	1,96	2,10	1,25	3,00	
	>11	49	2,24	0,43	0,06	2,12	2,36	1,31	2,96	
	Укупно	271	2,00	0,40	0,02	1,96	2,05	1,25	3,00	
FEV ₁ /FVC	8	13	87,05	3,75	1,04	84,78	89,31	80,20	91,02	0,448 p=0,719/ns
	9	97	87,45	3,42	0,35	86,76	88,14	73,60	91,98	
	10	112	86,48	8,70	0,82	84,85	88,11	0,82	94,39	
	>11	49	86,71	3,38	0,48	85,74	87,69	79,58	95,10	
	Укупно	271	86,90	6,17	0,37	86,16	87,64	0,82	95,10	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Вредност односа ових мера спирометрије изражен као FEV₁/FVC је, код девојчица, у односу на њихову старост од 8. до 11. године опала, али не статистички значајно.

На графикону 70 који следи је приказан однос FVC и FEV₁/FVC код девојчица, у односу на њихову навршену старост у годинама.

Графикон 70. Однос FVC и FEV₁/FVC код девојчица, у односу на њихову навршену старост у годинама



Тренд кретања FVC и FEV₁/FVC код девојчица у односу на њихову навршену старост

Тренд кретања вредности односа FEV и FVC₁ код девојчица према старости је растући, а коефицијент R је статистички високо значајан у свакој појединачној навршеној години живота. У табели 75 која следи је приказана просечна вредност FVC, као и FEV₁, затим однос FVC и FEV₁/FVC код дечака у односу на њихову навршену старост.

Табела 75. Просечне вредности спирометрије код дечака према старости

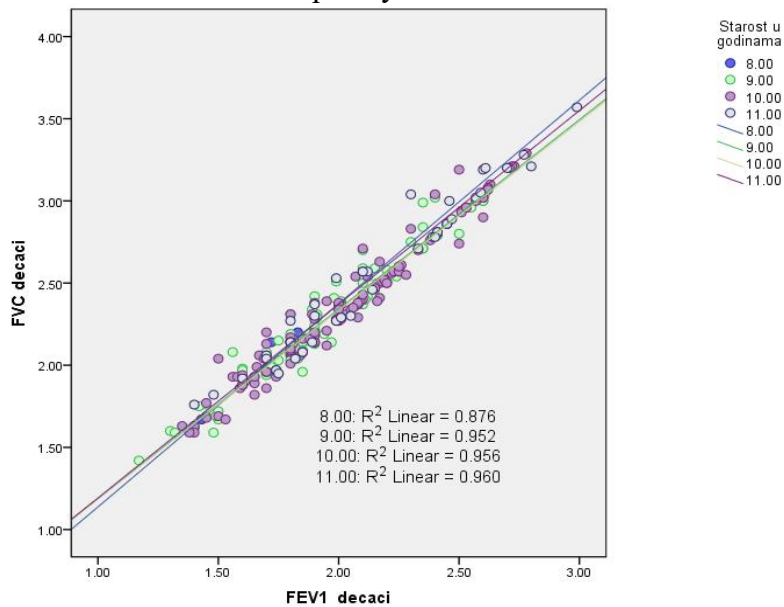
Дечаци										
	Године старости	Број	Просек	SD	SE	95% CI		Мин.	Макс.	ANOVA
						Доња	Горња			
FVC	8	8	2,05	0,22	0,08	1,86	2,23	1,67	2,42	5,741 p<0,001***
	9	95	2,28	0,40	0,04	2,20	2,36	1,42	3,07	
	10	123	2,36	0,40	0,04	2,29	2,44	1,59	3,29	
	>11	46	2,54	0,49	0,07	2,40	2,69	1,76	3,57	
	Укупно	272	2,36	0,42	0,03	2,31	2,41	1,42	3,57	
FEV ₁	8	8	1,75	0,19	0,07	1,59	1,91	1,43	2,12	4,444 p<0,005**
	9	95	1,95	0,34	0,03	1,88	2,02	1,17	2,62	
	10	123	2,03	0,34	0,03	1,97	2,09	1,35	2,78	
	>11	45	2,13	0,42	0,06	2,01	2,26	1,40	2,99	
	Укупно	271	2,01	0,36	0,02	1,97	2,05	1,17	2,99	
FEV ₁ /FVC	8	8	85,54	2,57	0,91	83,39	87,69	80,30	87,60	3,987 p<0,008**
	9	95	85,43	3,14	0,32	84,79	86,07	75,12	94,00	
	10	123	85,90	2,84	0,26	85,39	86,40	77,00	92,12	
	>11	46	84,12	3,00	0,44	83,23	85,01	75,60	89,70	
	Укупно	272	85,42	3,02	0,18	85,06	85,78	75,12	94,00	

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Доказана је статистички значајна разлика у висини FVC, као и FEV₁ у односу на старост, као и код односа ова два мерења – вредности односа FEV₁/FVC, где је доказана значајна разлика ових измерених вредности у односу на старост, код, истраживањем обухваћених, дечака.

На графикону 71 је приказан однос FVC и FEV₁/FVC код дечака у односу на њихову навршену старост у годинама.

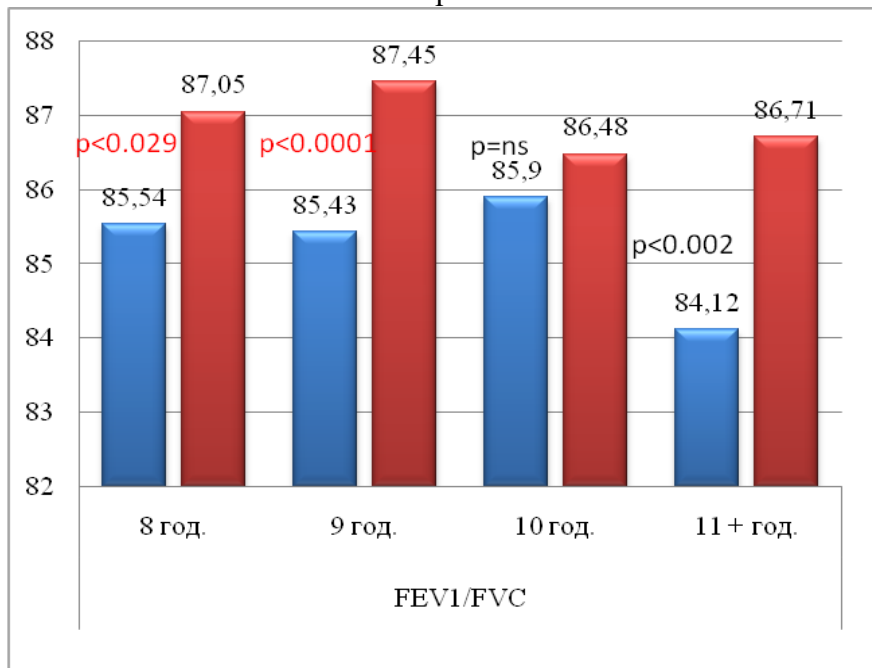
Графикон 71. Однос FVC и FEV₁/FVC код дечака у односу на њихову навршену старост у годинама



Тренд кретања FVC и FEV₁/FVC код дечака у односу на њихову навршену старост

Тренд кретања вредности односа FEV₁ и FVC₁ код дечака према старости је растући, а коефицијент R је статистички значајно висок за сваку појединачну навршену годину живота.

Графикон 72. Просечне вредности FEV₁/ FVC и код девојчица и дечака, у односу на старост



И девојчице и дечаци имају статистички високозначајне R коефицијенте линеарног тренда кретања вредности, односно корелације FEV₁ и FVC, а примећено је да је R коефицијент тренда кретања ових вредности код девојчица старости 8 година нешто виши него код дечака.

Анализом вредности односа мера спирометрије израженом као FEV₁/FVC код девојчица у односу на дечаке је приказана у графикону који следи, у односу на навршене године старости, доказано је следеће.

Девојчице су имале виши однос FEV₁/FVC у односу на дечаке са навршених 8 година (p<0,019), у 9 година (p<0,019), као и у 11 година (p<0,002), док са 10 година није било статистички значајне разлике за однос FEV₁/FVC међу половима, иако су вредности код девојчица биле више, али не статистички значајно.

У табели 76 је приказана корелација вредности FVC као и FEV₁, затим FVC и FEV₁/FVC код укупно 543 измерених спирометријских вредности.

Табела 76. Пирсонова корелација вредности спирометрије

		FVC	FEV₁	FEV₁/FVC
FVC	R	1,000	0,976	-0,233
	Sig.		0,000***	0,000***
	N	543	542	543
FEV ₁	R	0,976	1,000	-0,052
	Sig.	0,000***		0,224
	N	542	542	542
FEV ₁ /FVC	R	-0,233	-0,052	1,000
	Sig.	0,000***	0,224	
	N	543	542	543

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Доказана је статистички значајна корелација у висини FVC и FEV₁, тако што са растом FVC расте и вредност FEV₁, као и код односа ова два мерења – вредности односа FEV₁/FVC и FVC где је доказана обрнута значајна корелација, са порастом FVC опада однос FEV₁/FVC.

Табела 77. Пирсонова корелација вредности спирометрије за девојчице

		FVC	FEV₁	FEV₁/FVC
FVC	R	1000	0,980	-0,310
	Sig.	.	0,000***	0,000***
	N	271	271	271
FEV ₁	R	0,980	1,000	-0,157
	sig	0,000***	.	0,010**
	N	271	271	271
FEV ₁ /FVC	R	-0,310	-0,157	1,000
	Sig.	0,000***	0,010**	.
	N	271	271	271

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Код девојчица је доказана статистички значајна корелација у висини FVC и FEV₁, тако што са растом FVC расте и вредност FEV₁, као и код односа ова два мерења – а код вредности односа FEV₁/FVC и FVC где је доказана обрнута значајна корелација, са порастом FVC опада однос FEV₁/FVC. За разлику од укупног узорка и дечака код девојчица је доказана корелација између FEV₁/FVC и FEV₁ где је доказана обрнута значајна корелација, са порастом FEV₁ опада однос FEV₁/FVC.

Табела 78. Пирсонова корелација вредности спиромерије дечаки

		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC
FVC	R	1,000	0,974	-0,157
	Sig.	.	0,000***	0,010**
	N	272	271	272
FEV ₁	R	0,974	1,000	0,039
	sig	0,000	.	0,526
	N	271	271	271
FEV ₁ /FVC	R	-0,157	0,039	1,000
	Sig.	0,010**	0,526	.
	N	272	271	272

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Код дечака је такође доказана статистички значајна корелација у висини FVC и FEV₁, тако што са растом FVC расте и вредност FEV₁, као и код односа ова два мерења, а код вредности односа FEV₁/FVC и FVC где је доказана обрнута значајна корелација, са порастом FVC опада однос FEV₁/FVC.

4.5.2. Корелација вредности спирометрије са социо-економским карактеристикама

У табели 79 је приказ корелација вредности спирометрије са социо-економским карактеристикама породице.

Доказана је статистички значајна корелација у висини FVC и FEV₁/FVC, тако што је виши FVC у корелацији са мушким полом, а више вредности FEV₁/FVC са женским полом.

Виша оцена психичког здравља је у корелацији са вишим FVC. Пушење мајке у трудноћи је у статистички значајној корелацији са вредностима FEV₁/FVC.

Доказана је статистички значајна корелација у висини FVC и FEV₁/FVC, тако што је виши FVC и FEV₁ у корелацији са становањем у кући, односно стану апартманског типа, као и ниже вредности FEV₁/FVC са становањем у неусловнијим становима (нехигијенска насеља, станови са високим процентом влаге...).

Табела 79. Корелација вредности спирометрије са социо-економским карактеристикама породице

Карактеристике		FVC	FEV1	FEV1/FVC
Пол	R	0,086*	0,038	-0,333**
	Sig.	0,046	0,379	0,000
	N	543	542	543
Плућне инфекције до 2. године	R	-0,028	-0,074	-0,193**
	Sig.	0,518	0,088	0,000
	N	540	539	540
Физичко здравље деце Оцена родитеља	R	0,045	0,013	0,210**
	Sig.	0,291	0,767	0,000
	N	542	541	542
Психичко здравље Оцена родитеља	R	0,072	0,052	0,134**
	Sig.	0,094	0,225	0,002
	N	542	541	542
Мајка пушила у трудноћи	R	-0,006	0,018	0,105*
	Sig.	0,888	0,674	0,015
	N	543	542	543
Тежина на рођењу < 2500 g	R	-0,054	-0,048	0,010
	Sig.	0,214	0,268	0,810
	N	529	528	529
Дојење	R	0,005	0,011	0,029
	Sig.	0,910	0,792	0,499
	N	541	540	541
Изложеност дуванском диму у кући	R	-0,017	-0,047	-0,130**
	Sig.	0,691	0,276	0,003
	N	528	527	528
Број цигарета/дан	R	-0,026	-0,069	-0,158**
	Sig.	0,561	0,114	0,000
	N	520	519	520
Степен образовања мајке	R	0,194**	0,191**	-0,063
	Sig.	0,000	0,000	0,149
	N	530	529	530
Степен образовања оца	R	0,182**	0,191**	-0,015
	Sig.	0,000	0,000	0,729
	N	525	524	525
Помоћ државе, социјална примања	R	-0,079	-0,085*	-0,009
	Sig.	0,069	0,049	0,829
	N	536	535	536

Виши степен образовања мајке и оца је у корелацији са вишим FVC и FEV₁. Нека врста материјалне помоћи од државе коју родитељи примају понекада или стално је у корелацији са нижим FEV1 вредностима. Постојање учесталих плућних инфекција до две године старости деце обухваћене спирометријом, у корелацији је са нижим вредностима FEV₁/FVC. Изложеност дуванском диму у кући је у корелацији са нижим

вредностима FEV₁/FVC, као и већим бројем попушених цигарета. ROC крива у табели 80. показује сензитивност и специфичност спирометријских вредности у односу на број попушених цигарета (пет цигарета дневно), графикон 73. Деце родитеља који пуше преко пет цигарета дневно има 251, док 291 дете живи у кући у којој се пуши мање од пет цигарета дневно или се не пуши.

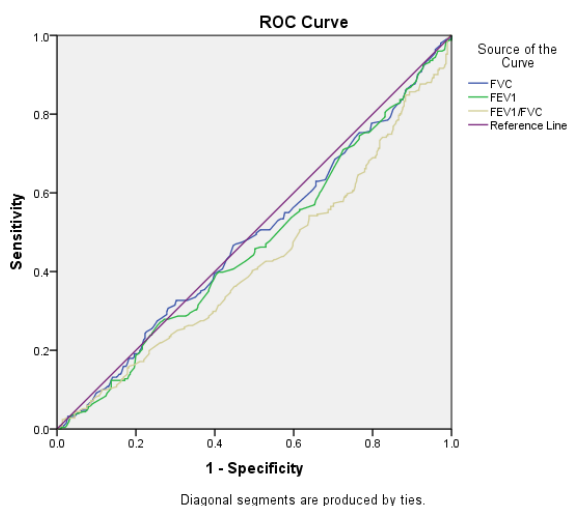
Табела 80. Површина (AUC) под ROC кривом спирометријских вредности у односу на број попушених цигарета родитеља изложене деце

Параметри	AUC површина	SE	Sig.	95% CI поузданости	
				Доња	Горња
FVC	0,485	0,025	0,552	0,436	0,534
FEV ₁	0,468	0,025	0,197	0,419	0,517
FEV₁/FVC	0,424	0,025	0,002**	0,376	0,473

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC у односу на пушење преко пет цигарета, код деце која живе у кући у којој се пуши мање од пет цигарета дневно или се не пуши, добијена површина испод ROC криве код FVC износи 48,5% (ROC=0,485±0,025, за p=ns).

Графикон 73. ROC крива спирометријских вредности у односу на број попушених цигарета (до и преко 5)



Добијена површина испод ROC криве захвата површину, FEV₁ који износи 46,8%. За FEV₁ cut off вредност 1,79 има сензитивност 87,6% и специфичност 10,3%, код деце чији родитељи пуше преко пет цигарета (ROC=0,468±0,025, за p=ns), а добијена површина испод ROC криве код висине односа FEV₁/FVC је статистички значајна и износи 42,4%, (ROC=0,424±0,025, за p<0,002).

За FEV_1/FVC *cut off* вредност 83,8 има сензитивност 74,1% и специфичност 19%, код деце чији родитељи пуше преко пет цигарета, а у односу на децу која живе у кући у којој се пуши мање од пет цигарета дневно или се не пуши.

ROC крива у табели 81 показује сензитивност и специфичност спирометријских вредности у односу на учестале плућне инфекције деце до две године. Деце са учесталим плућним инфекцијама до две године има 75, док 464 ученика није имало учестале плућне инфекције узраста до две године.

Табела 81. Површина (AUC) под ROC кривом спирометријских вредности у односу на учестале плућне инфекције деце до две године

Параметри	AUC површина	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,477	0,036*	0,526	0,407	0,547
FEV_1	0,439	0,036	0,088	0,369	0,508
FEV_1/FVC	0,339	0,036	0,000***	0,268	0,411

* $<0,05$ ** $<0,01$ *** $<0,001$

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV_1 и односа FEV_1/FVC у односу на плућне инфекције до две године, добијена површина испод ROC криве код FVC износи 47,7%, код случајно одабраних испитаника са инфекцијама у односу на децу без истих (ROC=0,477±0,036, за p=ns). За FEV_1 AUC износи 43,9%, (ROC=0,439±0,036, за p=ns), а добијена површина испод ROC криве код висине FEV_1/FVC износи 33,9% и захвата статистички значајну површину, (ROC=0,339±0,036, за p<0,0001).

За вредности спирометрије које дају однос FEV_1/FVC *cut off* вредност 82,5 има сензитивност 71% и специфичност 14% код деце са плућним инфекцијама у односу на децу без истих.

4.5.3. Активне и пасивне карактеристике учионице у односу на вредности спирометрије, укупно

4.5.3.1. Активне карактеристике учионице (IAQ концентрације полутаната) у односу на вредности спирометрије, укупно

У даљем тексту следи опис односа активних карактеристика учионица и вредности спирометрије, укупног узорка (табела 9 у прилогу 2 и у табели 82 и табели 83).

Табела 82. Активне карактеристике IAQ у односу на вредности спирометрије, укупно

Пирсонова корелација /IAQ		FVC	FEV1	FEV1/FVC
PM ₁₀	R	-,309**	-,316**	0,036
	sig	0,000	0,000	0,404
	N	543	542	543
PM ₁₀ IAQ	R	-,322**	-,336**	0,025
	sig	0,000	0,000	0,558
	N	543	542	543
Спирманова корелација /IAQ		FVC	FEV1	FEV1/FVC
PM ₁₀ I/O RATIO < 1, = 1, > 1	R	0,049	0,044	-0,097*
	p	0,258	0,311	0,049
	N	543	542	543
PM ₁₀ IAQ ≥50 µg/m ³	R	-,235**	-,239**	0,006
	p	0,000	0,000	0,894
	N	543	542	543

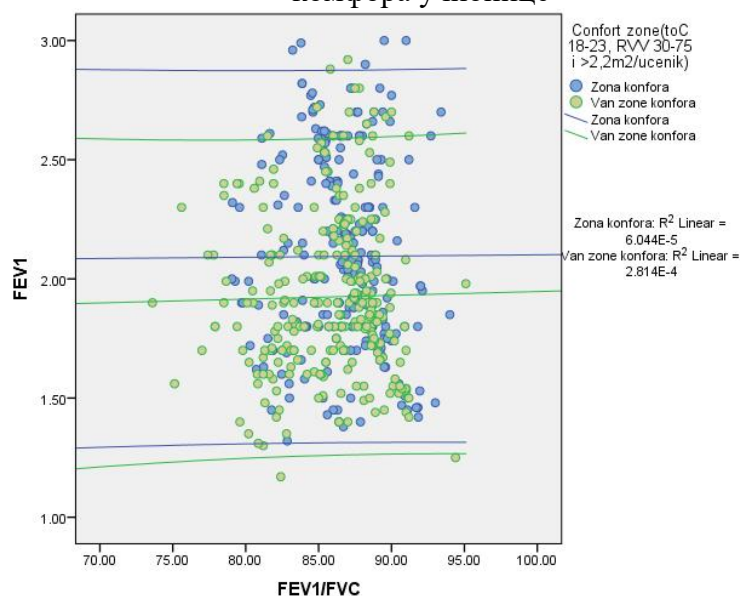
- Ниже вредности IAQ PM₁₀ су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC.
- Ниже вредности PM₁₀ I/O ratio су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁/FVC,
- Ниже вредности интервала IAQ PM₁₀ до 50 µg/m³ су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и са FVC.
- Ниже вредности интервала NO₂ су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC.
- Ниже вредности интервала бензена су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и са FVC, а ниже вредности интервала VR од 3 до 8 l/s/особи су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁/FVC, док је однос FEV₁/FVC у обрнутој корелацији са интервалима NO₂, незначајној.
- Вредности интервала зоне термалног комфора (C°=18–23, RVV 30–75% и >2,2 m²/ученик) ван зоне комфора су у значајној корелацији са нижим вредностима FEV₁ и са FVC као и односа FEV₁/FVC.

Табела 83. Активне карактеристике учионице у односу на вредности спирометрије, укупно/2

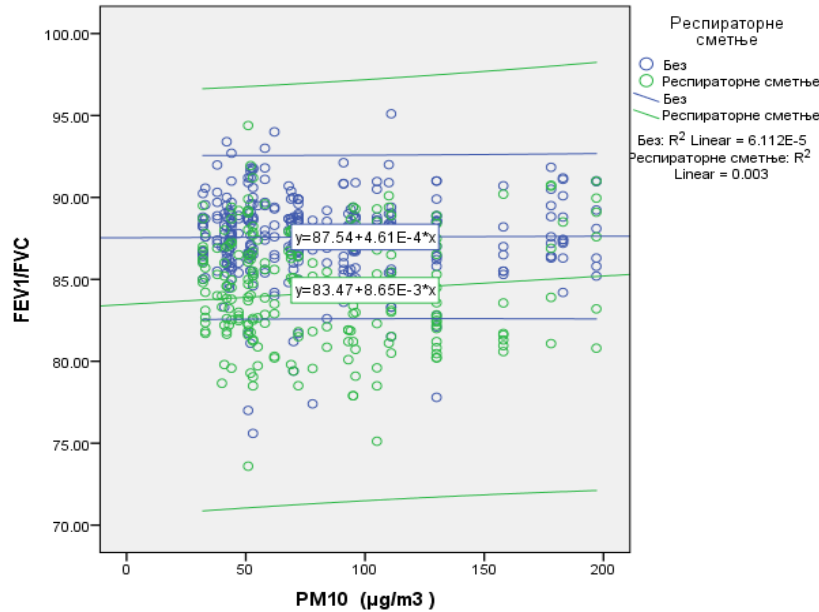
Спирманова корелација /IAQ	FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	Пирсонова корелација /IAQ
NO ₂	R	0,160	0,159	-0,069
	p	0,001**	0,001**	0,149
	N	442	441	442
Бензен IAQ	R	-0,207	-0,219	0,007
	p	0,000***	0,000***	0,870
	N	518	517	518
Формалдехид до и преко 100 µg/m ³	R	-0,123	-0,130	-0,012
	p	0,005**	0,003**	0,788
	N	518	517	518
VR интервали од 3 до 8 L/s/особи, > 8 L/s/особи	R	0,151	0,167	-0,043
	p	0,000***	0,000***	0,317
	N	543	542	543
Зона термалног комфора (C° = 18–23, RVV 30–75 % и >2,2 m ² /ученик)	R	-0,188	-0,217	-0,108
	p	0,000***	0,000***	0,011*
	N	543	542	543

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Графикон 74. Корелација вредности FEV₁ и FEV₁/FVC у односу на зону комфора учионице



Графикон 75. Корелација вредности PM₁₀ IAQ и FEV₁/FVC и респираторне сметње



- Корелација појаве респираторних сметњи је везана са нижим вредностима односа FEV₁/FVC и вишим вредностима PM₁₀.

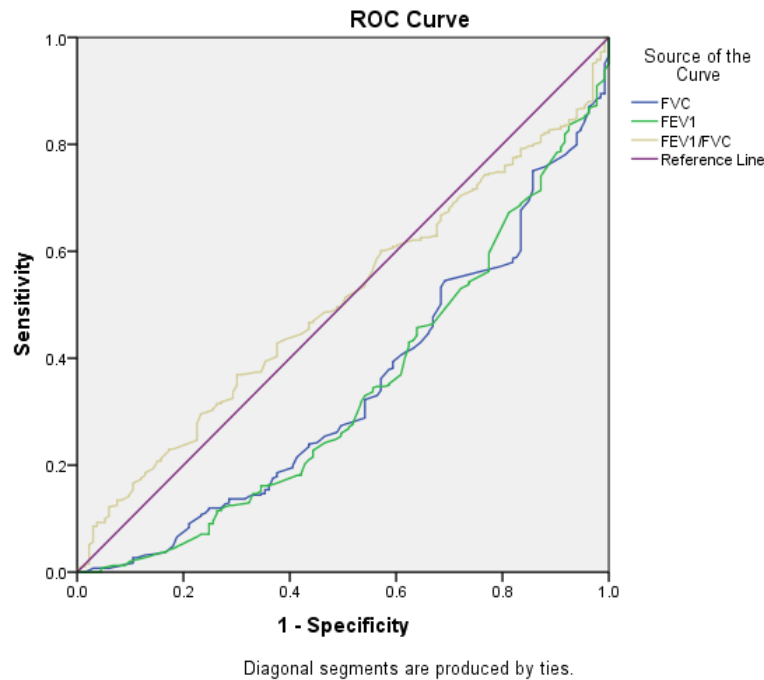
Табела 84. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности деце укупно, у односу на IAQ PM₁₀ до и преко 50 µg/m³

Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI поузданости	
				Доња	Горња
FVC	0,342	0,027	0,000***	0,289	0,395
FEV ₁	0,340	0,027	0,000***	0,286	0,394
FEV ₁ /FVC	0,504	0,027	0,886	0,451	0,557

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC, у односу на интервале вредности PM₁₀ (IAQ) до и преко 50 µg/m³, добијена је површина испод ROC криве за FVC и статистички је значајна, износећи 34,2%, код случајно одабраних испитаника који су у учионицама са PM₁₀ (IAQ) преко 50 µg/m³ у односу на децу у учионицама са PM₁₀ (IAQ) до 50 µg/m³ (ROC=0,342±0,027, за p<0,0001). Код FEV₁ површина испод ROC криве за FVC статистички је значајна, и износи 34% (ROC=0,340±0,027, p<0,0001), а површина испод ROC криве код висине FEV₁/FVC, износи 50,1%, (ROC=0,504±0,027, за p=ns).

Графикон 76. ROC крива спирометријских вредности у односу на IAQ PM₁₀ до и преко 50 µg/m³



За FEV₁/FV *cut off* вредност 85,1 има сензитивност 71% и специфичност 30%, код деце изложене IAQ концентрацијама PM₁₀ преко 50 µg/m³.

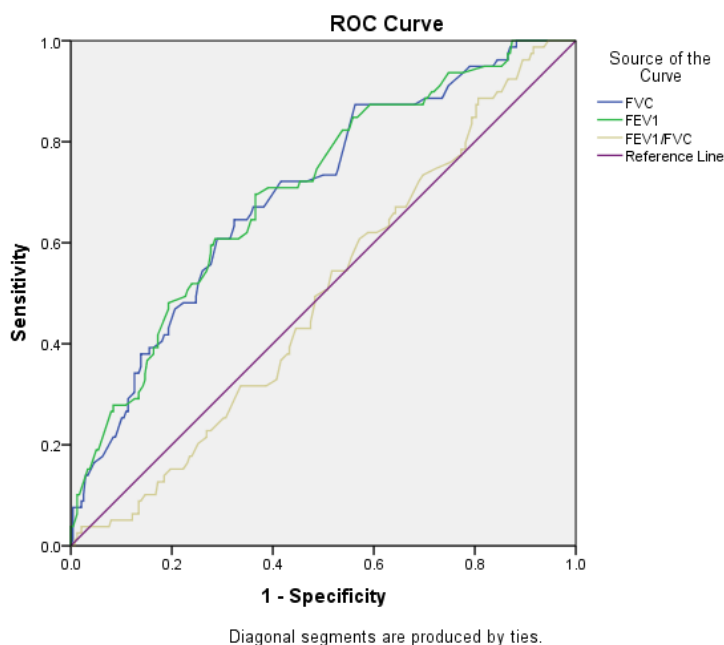
Табела 85. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности деце без респираторних сметњи у односу на IAQ PM₁₀ до и преко 50 µg/m³

Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,697	0,033	0,000***	0,632	0,763
FEV ₁	0,703	0,033	0,000***	0,638	0,768
FEV ₁ /FVC	0,495	0,035	0,896	0,426	0,565

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC, у односу на интервале вредности PM₁₀ (IAQ) до и преко 50 µg/m³ код деце без респираторних сметњи, добијена површина испод ROC криве код FVC је 69,7%, статистички је значајна код деце без респираторних сметњи која су у учионицама са PM₁₀ (IAQ) преко 50 µg/m³ у односу на децу без респираторних сметњи у учионицама са PM₁₀ (IAQ) до 50 µg/m³ (ROC=0,697±0,033, за p<0,0001). Добијена површина испод ROC криве за FEV₁ износи 70%, (ROC=0,703±0,033, за p<0,0001), а добијена површина испод ROC криве за FEV₁/FVC, износи 49,5% (ROC=0,495±0,035, за p=ns).

Графикон 77. ROC крива спирометријских вредности код деце без респираторних сметњи у односу на IAQ PM₁₀ до и преко 50 µg/m³



За FEV₁/FVC *cut off* вредност 86,0 има сензитивност 75% и специфичност 29%, код деце изложене концентрацијама IAQ PM₁₀ изнад 50 µg/m³, а без респираторних сметњи.

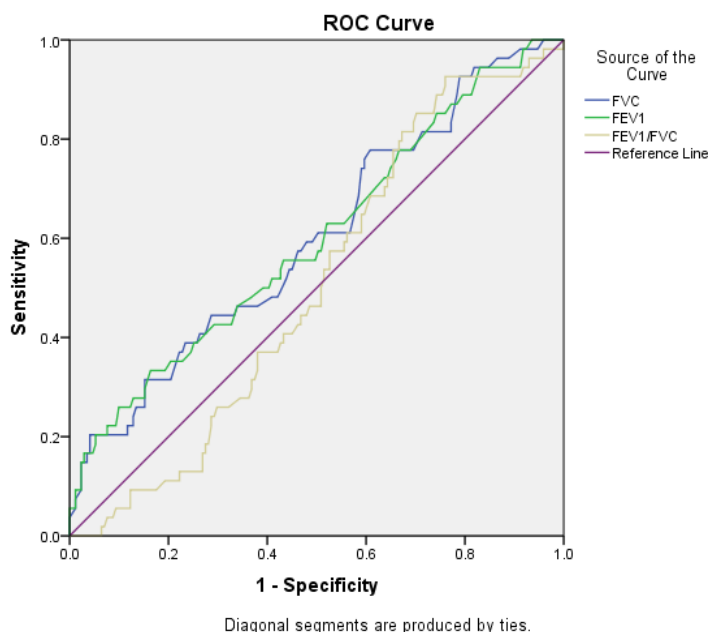
Табела 86. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности деце са респираторним сметњама у односу на IAQ PM₁₀ до и преко 50 µg/m³

Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,601	0,045	0,025*	0,514	0,688
FEV ₁	0,599	0,045	0,028*	0,511	0,688
FEV ₁ /FVC	0,506	0,041	0,899	0,425	0,586

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Вредности FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC испитивани у односу на интервале вредности PM₁₀ (IAQ) до и преко 50 µg/m³, а површина испод ROC криве код FVC је значајна и износи 60%, код деце изложене PM₁₀ (IAQ) изнад 50 µg/m³, која имају респираторне сметње (ROC=0,601±0,045, p<0,025). Добијена површина испод ROC криве за FEV₁ износи 59,9%, (ROC=0,599±0,045, p<0,028), а добијена површина испод ROC криве за FEV₁/FVC, износи 50,6%, (ROC=0,506±0,041, p=ns).

Графикон 78. ROC крива спирометријских вредности код деце са респираторним сметњама у односу на PM_{10} (IAQ) до и преко $50 \mu g/m^3$



За FEV_1/FVC cut off вредност 82,6 има сензитивност 72% и специфичност 36%, код деце изложене концентрацијама IAQ PM_{10} изнад $50 \mu g/m^3$, са респираторним сметњама.

Табела 87. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности у односу на температуру ваздуха у учионици

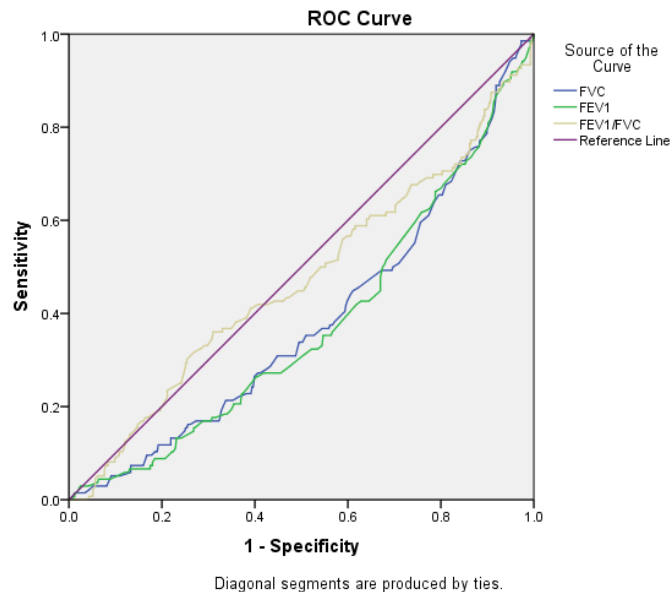
Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,383	0,028	0,000***	0,328	0,437
FEV ₁	0,375	0,027	0,000***	0,321	0,429
FEV ₁ /FVC	0,470	0,030	0,294	0,411	0,529

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC у односу на интервале вредности температуре ваздуха (IAQ) до и преко 23°C, добијена површина испод ROC је статистички значајна код FVC и износи 38,3%, код случајно одабраних испитаника који су у учионицама са температуром преко 23°C, у односу на децу у учионицама са температуром ваздуха од 20 до 23°C (ROC=0,342 ±0,027, p<0,0001).

Површина испод ROC криве је статистички значајна за FEV₁ и износи 37,5%, (ROC=0,375±0,027, p<0,0001), а код висине FEV₁/FVC површина износи 47%, (ROC=0,470 ±0,030, за p=ns).

Графикон 79. ROC крива спирометријских вредности у односу на температуру ваздуха у учионици



4.5.3.2. Активне карактеристике учионице (ОАQ концентрације полутаната) у односу на вредности спирометрије, укупно

Ако као активне карактеристике анализирамо измерене концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху – ОАQ (*outdoor air quality*), добили смо следеће корелације:

- Азот-диоксид је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV_1 и FVC, као и са FEV_1/FVC .
- Ниже вредности бензена, формалдехида и угљен-моноксида су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV_1 и FVC
- Вредности етил-бензена су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV_1 и FVC,
- Ниже вредности температуре амбијенталног ваздуха испред учионице су у значајној корелацији са нижим FEV_1 и FVC.
- Ниже вредности релативне влажности ваздуха испред учионице су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV_1 и FVC, док је однос FEV_1/FVC у обрнутој корелацији са вишим вредностима релативне влажности амбијенталног ваздуха (незначајној).
- Ниже вредности PM_{10} у амбијенталном ваздуху су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV_1 и FVC.

Табела 88. Корелација ОАQ концентрација полутаната и вредности спирометрије

Пирсонова корелација		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC
NO ₂	R	.235	.229	-0.089
	p	0.000***	0.000***	0.050*
	N	442	441	442
бензен	R	-.247	-.250	0.016
	p	0.000***	0.000***	0.733
	N	442	441	442
толуен	R	0.074	0.076	0.025
	p	0.120	0.109	0.595
	N	442	441	442
етил-бензен	R	.151	.156	-0.004
	p	0.001***	0.001***	0.935
	N	442	441	442
ксилен	R	-0.024	-0.008	0.058
	p	0.612	0.861	0.221
	N	442	441	442
формалдехид	R	-.274	-.282	0.003
	p	0.000***	0.000***	0.946
	N	427	426	427
CO ₂	R	0.010	0.010	0.016
	p	0.815	0.808	0.713
	N	543	542	543
CO	R	-.144	-.141	0.012
	p	0.001***	0.001***	0.771
	N	543	542	543
Температура ваздуха испред учионице	R	.346	.358	0.023
	p	0.000	0.000	0.591
	N	543	542	543
Релативна влажност ваздуха испред учионице	R	-0.096	-0.109	-0.043
	p	0.025*	0.011*	0.317
	N	543	542	543
PM ₁₀	R	-.264	-.260	0.063
	p	0.001***	0.001***	0.142
	N	543	542	543
Спирманова корелација		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC
NO ₂ интервал до и преко 40µg/m ³	R	.160	.159	-0.089
	p	0.001***	0.001***	0.050*
	N	442	441	442
CO ОАQ Интервал до и преко 3mg/m ³	R	0.047	0.046	-0.009
	p	0.278	0.288	0.829
	N	543	542	543

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

4.5.3.3. Пасивне карактеристике у односу на вредности спирометрије, укупно

Ако као пасивне карактеристике анализирамо затечено стање учионице (подне облоге, начин кречења, зидне облоге, намештај, окренутост учионице, начин чишћења, итд) добијамо следеће корелације. Карактеристике учионице у односу на вредности спирометрије приказане су у табели 89.

Табела 89. Карактеристике учионице у односу на вредности спирометрије, укупно

Спирманова корелација		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC
Окренутост дворишту/улици	R	0,029	0,035	-0,001
	Sig.	0,510	0,425	0,989
	N	531	530	531
Број деце у учионице (до и преко 20)	R	-,236**	-,237**	-0,008
	Sig.	0,000	0,000	0,844
	N	543	542	543
Број особа/м ²	R	-0,066	-0,076	-0,049
	Sig.	0,125	0,079	0,252
	N	543	542	543
До и преко 2 м ² /особи	R	0,050	0,080	,108*
	Sig.	0,279	0,087	0,020
	N	462	461	462
Подне облоге учионице				
Дрво	R	-0,056	-0,048	-0,005
	Sig.	0,205	0,282	0,912
	N	515	514	515
Пластика	R	-0,031	-0,037	-0,027
	Sig.	0,478	0,398	0,535
	N	515	514	515
Тепих преко бетона или камена	R	,112*	,114**	0,048
	Sig.	0,011	0,010	0,279
	N	515	514	515
Материјал од кога је под учионице	R	,107*	,104*	0,037
	Sig.	0,015	0,018	0,400
	N	515	514	515

- Мања оптерећеност учионице (< 20 ученика) је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC;
- Више доступног простора (м²) учионице по ученику је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁/FVC. Такође, и више од 2 м² простора учионице по ученику су у значајној корелацији са вишим вредностима односа FEV₁/FVC;

- Тепих на поду учионице је у значајној корелацији са вишим FEV₁ и FVC, као и под учионице од бетона или прекривеног бетона су у значајној корелацији са вишим FEV₁ и FVC.

Квалитет зидних облога и навике проветравања учионице у односу на вредности спирометрије приказани су у табели 90.

Табела 90. Квалитет зидних облога и навике проветравања учионице у односу на вредности спирометрије, укупно

Спирманова корелација		FVC	FEV1	FEV1/FVC
Бела боја Водонеотпорна	R	0,022	0,030	0,058
	Sig.	0,615	0,501	0,193
	N	507	506	507
Бела Полудисперзија	R	-0,073	-0,076	-0,028
	Sig.	0,100	0,086	0,528
	N	507	506	507
Водоотпорна боја	R	,100*	,091*	-,088*
	Sig.	0,025	0,042	0,048
	N	507	506	507
Тапети	R	-0,080	-0,072	0,086
	Sig.	0,071	0,104	0,052
	N	507	506	507
Зидне облоге од дрвета	R	-,184**	-,172**	,114**
	Sig.	0,000	0,000	0,010
	N	507	506	507
Клима уређаји	R	0,028	0,040	0,042
	Sig.	0,522	0,351	0,328
	N	543	542	543
Отварање прозора проветравање учионице	R	0,029	0,028	-0,018
	Sig.	0,507	0,523	0,690
	N	511	511	511
Отварање прозора Проветравање учионице зими	R	-,129**	-,138**	-0,001
	Sig.	0,003	0,002	0,983
	N	525	524	525

- Водоотпорна боја на зидовима је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC, као и FEV₁/FVC.
- Дрвена облога на зидовима учионице је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC и са вишим вредностима FEV₁/FVC.
- Отварање прозора учионице зими је у значајној корелацији са вишим FEV₁ и FVC, док су ниже вредности ових параметара у корелацији са неотварањем прозора, односно изостанком проветравања.

Табела 91. Начин чишћења учионице у односу на вредности спирометрије, укупно

Спирманова корелација Чишћење учионице		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC
Фреквентност чишћења	R	-0,041	-0,041	-0,009
	Sig.	0,358	0,364	0,845
	N	495	494	495
Усисавањем (суво)	R	-0,057	-0,049	0,013
	Sig.	0,184	0,253	0,769
	N	543	542	543
Метлом (суво)	R	-,144	-,156	-0,013
	Sig.	0,001***	0,001***	0,769
	N	543	542	543
Коришћењем мопа (мокра метода)	R	,135	,151	0,052
	Sig.	0,002**	0,001***	0,228
	N	543	542	543
Комбинацијом моп/варикина (хлорни препарат)	R	-0,060	-0,094	-0,096
	Sig.	0,163	0,047*	0,048*
	N	543	542	543
Комбиновано сува и мокра метода	R	0,141	0,157	0,014
	Sig.	0,004**	0,001***	0,777
	N	415	414	415

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

- Јутарње чишћење је у незначајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC, као и FEV₁/FVC.
- Усисавање учионице је у незначајној корелацији са вишим вредностима FEV₁/FVC.
- Чишћење учионице метлом је у значајној корелацији са нижим FEV₁ и FVC.
- Чишћење учионице мопом је у значајној корелацији са вишим FEV₁ и FVC.
- Чишћење учионице мопом у комбинацији са хемијским средствима/варикином је у значајној корелацији са нижим FVC, као и са нижим FEV₁/FVC.
- Чишћење метлом, мопом и агресивним хемијским средством (варикином) је у значајној корелацији са нижим вредностима спирометрије, а чишћење усисивачем, мопом више вредности FEV₁ и FVC, односно влажно чишћење је у корелацији са вишим FVC и FEV₁.

Табела 92. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности у односу на број ђака у учионици

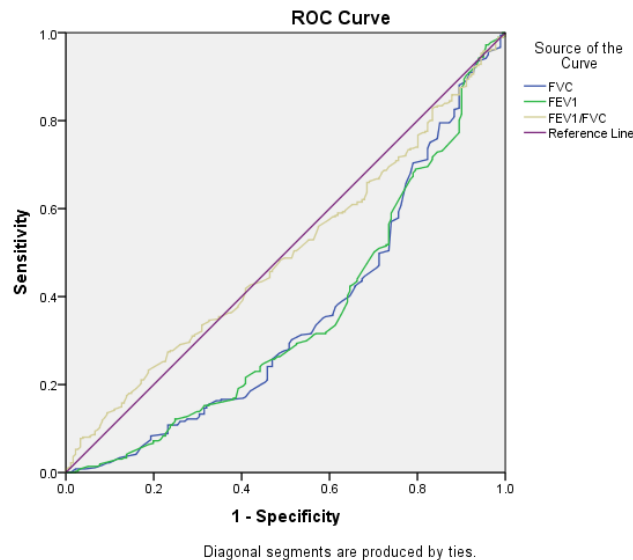
Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,356	0,026	0,000***	0,305	0,407
FEV ₁	0,355	0,026	0,000***	0,305	0,406
FEV ₁ /FVC	0,494	0,026	0,827	0,444	0,545

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Испитивањем повезаности висине FVC, FEV₁ и односа FEV₁/FVC у односу на интервале до и преко 20 ученика у учионици, добијена површина испод ROC криве код FVC је статистички значајна и износи 35,6% у учионицама преко 20 ђака (ROC=0,356±0,026, за p<0,0001).

Добијена површина испод ROC криве је статистички значајна за FEV₁ и износи 35,5%, (ROC=0,355±0,026, p<0,0001), а површина испод ROC криве код висине FEV₁/FVC износи 49,4%, (ROC=0,494±0,026, p=ns).

Графикон 80. ROC крива спирометријских вредности у односу на број ђака у учионици



Пасивне карактеристике школског објекта у односу на вредности спирометрије приказане су у табели 93 .

Старост школе испод 50 година (табела 93) је у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁ и FVC, а са FEV₁/FVC је у незначајној корелацији.

- Зелене површине су у значајној корелацији са нижим вредностима FEV₁ и FVC.
- Пушење учитеља је у значајној корелацији са нижим FEV₁ и FVC.
- Вентилација је у значајној корелацији са нижим FEV₁ и FVC.
- Близина електране, као и јавне депоније у значајној је корелацији са нижим FVC, FEV₁ као и са нижим количником FEV₁/ FVC.

Табела 93. Пасивне карактеристике школског објекта у односу на вредности спирометрије, укупно

Спирманова корелација		FVC	FEV1	FEV1/FVC
Старост школе	R	-,195**	-,201**	-0,067
	Sig.	0,000	0,000	0,119
	N	543	542	543
Густина оближњег саобраћаја	R	0,056	0,069	0,099*
	Sig.	0,196	0,106	0,021
	N	543	542	543
Зелене површине око школе	R	-,167**	-,165**	0,011
	Sig.	0,000	0,000	0,807
	N	543	542	543
Сала за физичко	R	,239**	,260**	0,082
	Sig.	0,000	0,000	0,056
	N	543	542	543
Наставник пушач	R	-,085*	-0,083	0,017
	Sig.	0,048	0,053	0,691
	N	543	542	543
Пећи на гас	R	-0,047	-0,034	0,022
	Sig.	0,277	0,435	0,607
	N	543	542	543
Тип вентилације	R	-,320**	-,328**	-0,033
	Sig.	0,000	0,000	0,446
	N	543	542	543
Близина индустрије	R	-0,075	-0,083	-0,040
	Sig.	0,081	0,052	0,354
	N	543	542	543
Близина електране	R	-,224**	-,219**	,115**
	Sig.	0,000	0,000	0,007
	N	543	542	543
Близина комуналне депоније (легалне/нелегалне)	R	-,224**	-,219**	,115**
	Sig.	0,000	0,000	0,007
	N	543	542	543

Анализом специфичности и сензитивности вредности FVC, FEV1 и количника FEV₁/FVC у односу на интервале до и преко 50 година старости школе, добијена површина испод ROC криве код FVC је статистички значајна и износи 38,8%, код случајно одабраних испитаника у школама старијим од 50 година (ROC=0,388±0,024, за p<0,0001).

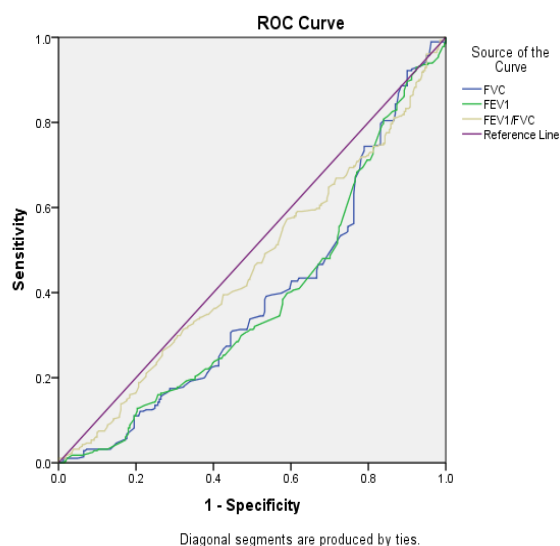
Табела 94. Површина под ROC кривом (AUC) спирометријских вредности у односу на старост школе

Параметри	AUC	SE	Sig.	95% CI	
				Доња	Горња
FVC	0,388	0,024	0,000***	0,340	0,436
FEV ₁	0,384	0,024	0,000***	0,336	0,431
FEV ₁ /FVC	0,461	0,025	0,115	0,412	0,509

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Добијена површина испод ROC криве захвата површину, FEV₁ који износи 38,4%, (ROC=0,384±0,024, p<0,0001), а површина испод ROC криве FEV₁/FVC је 46,1%, (ROC=0,461±0,025, p=ns).

Графикон 81. ROC крива спирометријских вредности у односу на старост школа



4.6. ПРЕДИКТОРСКА АНАЛИЗА

Предиктори за појаву респираторних сметњи код ученика и спирометрије

Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву респираторних и бронхитичних сметњи: кашља, визинга и флегме (циљ 5)

Тестирањем утицаја полутаната измерених у учионици, као предиктори за појаву кашља икад, кашља ујутру, кашља дању или ноћу (јесен/зима), непрекидног кашља 3 месеца и продуктивног кашља, издвојили су се следећи предиктори (приказани су у табелама број 10-14, у прилогу 2 рада). У табели 94 која следи приказани су униваријантни предиктори респираторних сметњи појединачно, односно сигнификантностиу збирном приказу.

Табела 94. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву респираторних сметњи/1-збирни приказ

Сигнификантност униваријантна логистичка регресиона анализа	Кашаљ икад	Кашље ујутру (јесен/зима)	Кашље дању, ноћу (јесен/зима)	Кашље непрекидно 3 мес. (јесен/зима)	Продуктивни кашаљ
NO ₂	0,000***	0,031	ns	нс	0,011*
NO ₂ < 40 µg/m ³ >	0,003**	ns	ns	ns	0,029*
Бензен	0,085/ns	ns	0,007**	ns	нс
Бензен < 5 µg/m ³ >	ns	ns	ns	ns	нс
Толуен	ns	ns	ns	ns	0,001***
Етил-бензен	0,000***	0,009	0,008**	ns	0,002**
Ксилен	0,010**	ns	ns	ns	0,005**
Формалдехид	0,000***	ns	0,050**	ns	0,000***
Формалдехид 100 µg/m ³	ns	ns	ns	ns	0,018*
Проветреност VR (L/s по особи)	ns	ns	ns	ns	ns
проветреност VR < 8 L/s по особи >	0,083/ns	ns	ns	ns	0,006*
CO ₂	ns	ns	ns	ns	нс
CO ₂ (1000 ppm)	ns	ns	ns	ns	0,029*
CO	ns	ns	ns	ns	0,022*
CO (mg/m ³)	ns	ns	ns	ns	0,020*
T (C°) испред учионице	ns	ns	ns	ns	ns
РВВ испред учионице (%)	ns	ns	ns	ns	0,027*
Зона комфора	0,000***	ns	ns	ns	0,000***
PM ₁₀ I/O ratio	0,084	ns	ns	ns	ns
PM ₁₀ I/O ratio испод 1,1,1+	ns	ns	ns	ns	ns
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,018*	ns	0,025*	ns	ns
PM ₁₀ 50/50-80/80+ (µg/m ³)	0,024*	ns	0,012*	ns	0,049*
PM ₁₀ IAQ < 50 µg/m ³ >	ns	ns	0,038*	ns	ns

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Униваријантни предиктори за појаву *кашља иначе* су: ниже концентрације NO₂; више концентрације бензена, етил-бензена, ксилена, формлдехида; неадекватни елементи зоне термалног комфора у учионици; више концентрације PM₁₀, као и PM₁₀ изнад 80 µg/m³.

Униваријантни предиктори за појаву *кашља ујутру у јесен и зими* су ниже концентрације NO₂, и ниже концентрације етил-бензена.

Униваријантни предиктори за појаву *кашља икад* су ниже концентрације бензена и етил-бензена, као и више концентрације формлдехида, више концентрације PM₁₀, као и PM₁₀ изнад 50 µg/m³, односно 80 µg/m³.

Униваријантни предиктори за појаву *кашља дању и ноћу (јесен/зима)* се нису издвојили.

Униваријантни предиктори за појаву *продуктивног кашља* су ниже вредности азот диоксида, етил-бензена, ксилена, више концентрације формлдехида, степен проветрености ван зоне комфора, CO₂ преко 1000 ppm, CO преко 3 mg/m³, већа релативна влажност ваздуха у учионици, концентрације PM₁₀ изнад 80 µg/m³.

- Униваријантни предиктори за појаву *визинга икада* су више концентрације бензена, учионице са стандардима неусклађеним елементима зоне термалног комфора.
- Предиктори за појаву *визинга у последњих 12 месеци* се нису издвојили.
- Униваријантни предиктори за појаву *визинга после физичке активности* су више концентрације бензена и више концентрације CO₂, као и учионице са нижим PM₁₀ I/O ratio-ом.
- Униваријантни предиктори за појаву *сувог кашља у последњих 12 месеци* су ниже концентрације толуена, етил-бензена, као и учионице са стандардима неусклађеним елементима зоне термалног комфора.

Тестирањем утицаја полутаната измерених у учионици, као предиктори за појаву *визинга, визинга у последњих 12 месеци, визинга после физичке активности, суви кашаљ у последњих 12 месеци и буђење због визинга*, издвојили су се следећи предиктори (приказани су у табелама број 15 до 19 у прилогу 2 рада). У табели која следи приказане су само сигнификантности.

Униваријантни предиктори за појаву *буђења због визинга* су више концентрације бензена као континуираног обележја, бензен преко $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, више концентрације CO_2 , концентрација формалдехида (континуирано).

Табела 95. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву респираторних сметњи/2

Сигнификантност униваријантна логистичка регресиона анализа	Визинг икада	Визинг у последњих 12 месеци	Визинг после физичке активности	Суви кашаљ у посл. 12 месеци	Буђење због визинга
NO_2 - континуирано обележје	ns	ns	ns	ns	ns
$\text{NO}_2 < 40 \mu\text{g}/\text{m}^3 >$	ns	ns	ns	ns	ns
Бензен - континуирано обележје	ns	ns	0,067	ns	0,003**
Бензен $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 >$	0,039*	ns	0,026*	ns	0,026*
Толуен $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ns	ns	ns	0,017*	ns
Етил-бензен $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ns	ns	ns	0,050*	ns
Ксилен $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ns	ns	ns	ns	ns
Формалдехид $\mu\text{g}/\text{m}^3$ континуирано обележје	ns	ns	ns	ns	0,015*
Формалдехид $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ns	ns	ns	ns	ns
Проветреност VR (L/s по особи) континуирано обележје	ns	ns	ns	ns	ns
Проветреност VR $< 8 \text{ L/s}$ по особи $>$	ns	ns	ns	0,050*	ns
CO_2 (ppm) континуирано обележје	ns	ns	0,050*	ns	0,017*
$\text{CO}_2 1000$ (ppm)	ns	ns	ns	ns	ns
CO континуирано обележје	ns	ns	ns	ns	ns
CO (mg/m^3)	ns	ns	ns	ns	ns
T ($^\circ\text{C}$) испред учионице	ns	ns	ns	ns	ns
PBV испред учионице (%)	ns	ns	ns	0,090	ns
Зона комфора	0,018*	ns	ns	0,019*	ns
PM ₁₀ I/O Ratio	ns	ns	ns	ns	ns
PM ₁₀ I/O Ratio $< 1; 1.0, > 1.0$	ns	ns	0,048	ns	ns
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ns	ns	ns	ns	ns
PM ₁₀ 50; 50–80; > 80 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ns	ns	ns	ns	ns
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ns	ns	ns	ns	ns

* $< 0,05$ ** $< 0,01$ *** $< 0,001$

Предикторска повезаност појединачних респираторних сметњи и одабраних активних карактеристика учионице (релативне влажности, температуре, проветрености, PM₁₀ и I/O ratio-a)

Када се у регресиони модел укључе особине учионице као што су проветреност, температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, као и PM₁₀ концентрација и однос двају концентрација PM₁₀, исказан као PM₁₀ I/O ratio, резултати са предикторима за појаву одређених сметњи се налазе у табели 96 која следи:

1. Виша температура ваздуха у учионици је предиктор за *кашаљ икада* и за *визинг икада*, као и за продуктиван кашаљ.

2. Концентрација PM₁₀ предиктор је за кашаљ икада, кашаљ ујутру (јесен/зима), кашаљ дању/ноћу (јесен/зима), као и за визинг у последњих 12 месеци.
3. PM₁₀ Indoor/Outdoor ratio је предиктор за кашаљ иначе, као и за кашаљ дању/ноћу (јесен/зима) (OR=1,588) за PM₁₀ I/O ratio $\geq 1,0$, као и за кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима) (OR=1,277) за PM₁₀ I/O ratio $< 1,0$.
4. Релативна влажност ваздуха у учионици је предиктор за кашаљ иначе.
5. Низак степен проветрености је предиктор за кашаљ ујутру (јесен/зима), као и за продуктивни кашаљ.
6. Висока влажност ваздуха (%) је предиктор за продуктивни кашаљ.

Табела 96. Предикторска повезаност појединачних респираторних сметњи и одабраних активних карактеристика учионице

Симптоми	Проветреност учионице		Т (С°) учионице		Релативна Влажност у учионици		PM ₁₀		PM ₁₀ I/O ratio	
	контин.	интер	контин	интер	контин	интер	контин	интер	контин	интер
кашаљ иначе	ns	ns	0,006**	ns	0,032*	ns	0,004**	ns	0,015*	ns
кашаље ујутру (јесен/зима)	0,006**	ns	ns	ns	ns	ns	0,008**	ns	ns	ns
кашаље дању/ноћу (јесен/зима)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,047*	ns	ns	0,050*
кашаље непрекидно 3 месеца (јесен/зима)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,050*
продуктивни кашаљ	ns	0,015*	0,050*	ns	0,049*	ns	ns	ns	ns	ns
визинг икада	ns	ns	0,013*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
визинг 12 месеци	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,049*	ns	ns	ns
визинг после физичке активности	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,043*	ns	ns
суви кашаљ 12 месеци	ns	0,050*	ns	ns	0,046*	ns	ns	ns	ns	ns
буђење због визинга последњих 12 месеци	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Контин. – континуирано обележје, интер. – интервална дистрибуција одређеног обележја,
 * $<0,05$ ** $<0,01$ *** $<0,001$

Утицај квалитета ваздуха у учионици и квалитета амбијенталног ваздуха (концентрација полутаната) на појаву респираторних сметњи код деце у укупном узорку – линеарна регресиона анализа

Униваријантном линеарном регресионом анализом анализирани су предиктори приказани у табели 20 у прилогу 2 рада са следећим предикторима за појаву респираторних сметњи:

- Као предиктори за појаву респираторних сметњи у *униваријантној линеарној* регресионој анализи издвојиле су се ниже концентрације етил-бензена ($p < 0,001$), ниже концентрације ксилена ($p < 0,050$), као и повећане концентрације формалдехида ($p < 0,007$) и виша температура ваздуха у учионици ($p < 0,022$).

Испитивање утицаја квалитета ваздуха у учионици као и квалитета амбијенталног ваздуха (одступања од дозвољених концентрација) на појаву респираторних сметњи код деце у укупном узорку, тестирано је *униваријантном логистичком* регресионом анализом (приказ у табели 97):

- Вероватноћа да вредности формалдехида преко $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ чешће утичу на појаву респираторних сметњи већа је за 17,6%, али без предикторског значаја, док вредности ван зоне комфора (температура, влажност ваздуха и мање од $2,2 \text{ m}^2$ по ученику) су предиктор за појаву респираторних сметњи, које вероватноћу за појаву респираторних сметњи повећавају за близу 50%.

Табела 97. Униваријантна логистичка регресиона анализа – утицај IAQ и OAQ концентрација полутаната (одступања од дозвољених концентрација) на појаву респираторних сметњи

	B	C.E.	df	Sig.	OR	95% C.I. OR	
						Доња	Горња
IAQ концентрација полутаната							
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,164	0,180	1	0,361	0,848	0,596	1,207
Бензен C ₆ H ₆ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,076	0,158	1	0,633	0,927	0,680	1,265
НСНО ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,162	0,202	1	0,422	1,176	0,792	1,748
Проветреност VR	-0,072	0,152	1	0,638	0,931	0,691	1,255
CO ₂ (ppm)	-0,024	0,156	1	0,878	0,976	0,719	1,326
CO (mg/m^3)	0,008	0,158	1	0,958	1,008	0,739	1,375
(C° 18–23, ПВВ 30–75% и >2,2 m ² /ученик)	0,392	0,150	1	0,009*	1,479	1,102	1,986
PM ₁₀ I/O Ratio	0,064	0,078	1	0,412	1,066	0,915	1,243
PM ₁₀ < 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >	0,032	0,176	1	0,854	1,033	0,732	1,457
OAQ концентрација полутаната							
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,164	0,180	1	0,361	0,848	0,596	1,207
C ₆ H ₆ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,184	0,167	1	0,269	0,832	0,600	1,153
НСНО ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,451	0,471	1	0,339	0,637	0,253	1,603
CO ₂ (ppm)	0,000	0,002	1	0,752	1,000	0,996	1,003
PM ₁₀ $\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,060	0,170	1	0,724	1,062	,761	1,481

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Униваријантна логистичка регресиона анализа – утицај концентрације полутаната ваздуха у учионици и амбијенталног ваздуха, на појаву респираторних сметњи према школама

Испитивање утицаја квалитета ваздуха у учионици као и квалитета амбијенталног ваздуха (одступања од дозвољених концентрација) на појаву респираторних сметњи код деце у свакој школи појединачно, тестирано је униваријантном логистичком регресионом анализом.

У школи 1 доказан је предикторски значај утицаја висине бензена измереног у учионици на појаву респираторних сметњи, док проветреност учионице и PM_{10} I/O ratio није имао предикторски значај. Полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 2 није доказан предикторски значај на појаву респираторних сметњи као ни полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 3 доказан је предикторски значај утицаја висине PM_{10} I/O ratio измереног у учионици на појаву респираторних сметњи, док остали полутанти нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи. Полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 4 није доказан предикторски значај на појаву респираторних сметњи, као ни полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 5 доказан је предикторски значај утицаја висине бензена и НСНО измерених у учионици на појаву респираторних сметњи, док остали полутанти нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи. Полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи, осим C_6H_6 ($\mu g/m^3$) који је имао предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 6 доказан је предикторски значај утицаја висине НСНО ($\mu g/m^3$), проветреност VR, зона комфора (C° 18–23, PVB 30–75%, $>2,2 m^2/учен.$), PM_{10} I/O ratio,

PM₁₀ < 50 µg/m³> измерених у учионици на појаву респираторних сметњи, док остали полутанти нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи. Полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 7 није доказан предикторски значај на појаву респираторних сметњи, као ни полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 8 није доказан предикторски значај на појаву респираторних сметњи, као ни полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

У школи 9 доказан је предикторски значај утицаја проветрености VR, CO (mg/m³), PM₁₀ I/O ratio, PM₁₀ < 50 µg/m³> измерених у учионици на појаву респираторних сметњи, док остали полутанти нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи. Полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи, осим PM₁₀ ≥ 50 µg/m³ који је утицао на појаву респираторних сметњи.

У школи 10 није доказан предикторски значај на појаву респираторних сметњи као ни полутанти измерени испред учионице нису имали предикторски значај на појаву респираторних сметњи.

Предикторски утицај социо-економских карактеристика и пасивних карактеристика учионице на појаву респираторних сметњи код деце у укупном узорку

Предиктори за појаву респираторних сметњи су: икада дијагностикована алергија која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 20 пута (OR=20,681); пасивно пушење у домаћинству (родитељском дому) које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 40% (OR=1,401); нижи степен едукације мајке (OR=0,860) и оца (OR=0,851); мање од 2 m² по ученику у учионици која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 45% (OR=0,602).

Од пасивних карактеристика учионице, као предиктори су се издвојили отварање прозора која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 65% (OR=1,649). Као предиктори су се издвојили, осим отварања прозора, и проветравање учионице зими које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 31% (OR=1,307).

Табела 98. Униваријантна логистичка регресиона анализа – предиктори за појаву респираторних сметњи

	B	C.E.	df	Sig.	OR	95% C.I. OR	
						Доња	Горња
Изложеност дуванском диму	0,337	0,152	1	0,026*	1,401	1,040	1,886
Едукација мајке	-0,151	,073	1	0,038*	0,860	0,746	0,991
Едукација оца	-0,162	,078	1	0,037*	0,851	0,731	0,991
Икада лечена алергија	3,029	0,276	1	0,000***	20,681	12,040	35,525
< 2 > m ² /особи	-0,507	0,196	1	0,010**	0,602	0,410	0,885
Проветравање учионице	0,267	0,112	1	0,017*	1,307	1,049	1,627
Чишћење увече	0,322	0,161	1	0,046*	1,380	1,006	1,893
Чишћење метлом	0,453	0,151	1	0,003**	1,572	1,169	2,115
Чишћење mopом	-0,533	0,202	1	0,009**	0,587	0,395	0,873
Отварање прозора	0,500	0,372	1	0,049*	1,649	0,795	3,422
Реконструкција учионице	-0,275	0,162	1	0,049*	0,759	0,553	1,042
Реконструкција прозора	-0,374	0,158	1	0,018*	0,688	0,505	0,939
Саобраћај (слаб и средњи)	-0,206	0,074	1	0,005**	0,814	0,704	0,941

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Вечерње чишћење (обавља се у току и крајем поподневне наставе) повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 38% (OR=1,380), као и чишћење метлом која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 57% (OR=1,572).

Учионице са реконструисаним прозорима, као и реконструисане учионице су предиктори за мање респираторних сметњи, (OR=0,688), као и школе на подручјима са саобраћајем средњег и јачег интензитета (не отварају прозоре због буке) (OR=0,814).

Иако нису предиктори за респираторне болести, нека од наведених обележја утичу у високом проценту на појаву респираторних сметњи.

Од социо-економских карактеристика породице у којој је ученик рођен и/или живи наведени су рођење пре термина, које повећава вероватноћу за појаву респираторних сметњи за 40%; запосленост мајке повећава ризик од респираторних сметњи за 13%, оца за 25%, као и социјална помоћ коју породица прима понекада или увек, односно

лоша економска ситуација породице, повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 20%.

Табела 99. Униваријантна логистичка регресиона анализа утицаја одабраних социо-економских карактеристика и особина учионице за појаву респираторних сметњи

	B	C.E.	df	Sig.	OR	95% C.I. OR	
						Доња	Горња
Рођење пре термина	0,340	0,219	1	0,120	1,405	,915	2,157
Социјална помоћ	0,180	0,304	1	0,554	1,197	0,659	2,175
Запосленост мајке	0,121	0,161	1	0,451	1,129	,824	1,547
Запосленост оца	0,226	0,162	1	0,163	1,254	,913	1,722
Пластичан под (ламинат)	0,214	0,155	1	0,168	1,239	0,914	1,680
Кречени зидови /бело водонеотпорна боја	0,303	0,163	1	0,053	1,394	0,984	1,893
Моп и хемијско средство/комбиновано чишћење	0,410	0,424	1	0,334	1,507	0,656	3,461
Старост школе	0,201	0,150	1	0,179	1,223	0,912	1,641
Вентилација	0,098	0,188	1	0,603	1,103	0,763	1,594
Индустрија	0,190	0,194	1	0,329	1,209	0,826	1,769
Особе по квадрату	0,507	0,375	1	0,176	1,660	0,796	3,463
Окренутост учионице	-0,116	0,172	1	0,498	0,890	0,636	1,246

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Од пасивних карактеристика учионице издвојили су се својом утицајем, који нема снагу предиктора и кречење водонеотпорном бојом/кречом, који повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 39%; пластичан под (разне врсте ламината) који повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 24%; чишћење пода mopом са комбинацијом хемијских средстава повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 51%.

Од особина школске зграде, старост школе повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 22%, вентилација повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 10%, а близина индустрије повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 21%. Већи број особа по квадратном метру учионице повећава вероватноћу за појаву респираторних сметњи за 66% (повећана стопа заузетости простора).

Окренутост учионице ка дворишту повећава вероватноћу респираторних сметњи за 13% у односу на окренутост ка улици, али се није издвојио као предиктор. Остала тестирана обележја нису приказана у табелама, а њихов утицај на респираторне сметње је незначајан, односно без униваријантног утицаја на појаву респираторних сметњи.

Мултиваријантна логистичка регресиона анализа – предиктори за појаву респираторних сметњи

Од пасивних карактеристика учионице који су били униваријантни предиктори, као предиктори у мултиваријантној анализи су се издвојили предиктори из табеле 100 која следи.

Табела 100. Мултиваријантна логистичка регресиона анализа – предиктори за појаву респираторних сметњи

	B	С.Е.	df	Sig.	OR	95% OR	
						Доња	Горња
Изложеност дуванском диму	0,50	0,25	1	0,040*	1,65	1,02	2,66
Едукација мајке	-0,17	0,15	1	0,24	0,84	0,63	1,12
Едукација оца	-0,01	0,16	1	0,95	0,99	0,72	1,36
Икада лечена алергија	22,21	0,48	1	1,00	4400,8	0,00	
< 2 > m ² /особи	-0,41	0,41	1	0,31	0,66	0,30	1,48
Проветравање учионице	0,00	0,33	1	1,00	1,00	0,53	1,89
Чишћење увече	0,09	0,33	1	0,78	1,10	0,58	2,10
Чишћење метлом	0,38	0,29	1	0,20	1,46	0,82	2,57
Чишћење mopом	-0,24	0,35	1	0,49	0,79	0,40	1,56
Отварање прозора	0,27	0,34	1	0,44	1,31	0,67	2,56
Реконструкција учионице	-0,56	0,28	1	0,040*	0,57	0,33	0,98
Реконструкција прозора	0,09	0,33	1	0,78	1,10	0,58	2,10
Проветравање учионице зими	0,26	0,19	1	0,17	1,29	0,90	1,86

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Предикторски утицај спирометрије на појаву респираторних сметњи код деце у укупном узорку

Униваријантном регресионом анализом доказано је да су предиктори са респираторне сметње код деце ниже вредности **FEV₁** ($p < 0,009$), као и ниже вредности **FEV₁/FVC** ($p < 0,0001$).

Табела 101. Униваријантна логистичка регресиона анализа утицаја вредности спирометрије на појаву респираторних сметњи

	B	С.Е.	df	Sig.	OR	95% C.I. OR	
						Доња	Горња
FVC	-0,057	0,197	1	0,770	0,944	0,642	1,388
FEV₁	-0,626	0,238	1	0,009**	0,535	0,335	0,853
FEV₁/FVC	-0,356	0,037	1	0,000***	0,701	0,651	0,754

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

У мултиваријантном регресионом моделу доказано је да су удружени предиктори са респираторне сметње код деце ниже вредности **FEV₁** ($p < 0,004$), као и ниже вредности **FEV₁/FVC** ($p < 0,0001$).

Табела 102. Мултиваријантна логистичка регресиона анализа утицаја вредности спирометрије појаву респираторних сметњи

	B	C.E.	df	Sig.	OR	95% C.I. OR	
						Доња	Горња
FEV ₁	-0,789	0,274	1	0,004**	0,454	0,266	0,777
FEV ₁ /FVC	-0,361	0,038	1	0,000***	0,697	0,648	0,751

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Повезаност спирометрије и квалитета ваздуха

Табела 103. Утицај активних особина учионице (IAQ и OAQ) на вредности FEV₁

Модел	нестанд. коефици.		стандарт. коеф.	t	Sig.
	Beta	SE	Beta		
(Constant)	2,774	0,474		5,854	0,000
NO₂ OAQ	0,148	0,043	0,190	3,472	0,001***
Бензен IAQ	-0,014	0,045	-0,019	-0,300	0,765
НСНО, до и преко 100 µg/m³	-0,133	0,054	-0,144	-2,451	0,015*
VR интервали	-0,372	0,135	-0,499	-2,752	0,006**
CO₂ IAQ	-0,424	0,140	-0,560	-3,042	0,002**
CO	0,048	0,029	0,084	1,654	0,099
C° ваздуха у учионици – зона комфора	0,028	0,049	0,034	0,575	0,565
PBB (%) у учионици – зона комфора	0,189	0,046	0,266	4,141	0,000***
зона комфора (темп. 18-23° C, PBB 30-75% и >2.2 m ² /по ученику)	-0,044	0,042	-0,062	-1,051	0,294
PM ₁₀ I/O ratio – интервали	0,006	0,023	0,017	0,275	0,783
PM ₁₀ IAQ до и преко 50 µg/m ³	-0,015	0,056	-0,016	-0,269	0,788
C_{sr} CO OAQ интервали до и преко 3 mg/m³	0,375	0,098	0,186	3,822	0,000***
PM₁₀ OAQ	-0,070	0,030	-0,165	-2,325	0,021*

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Анализом активних особина учионице на висину вредности FEV₁ као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се, односно доказан је значајан предикторски утицај активних особина учионице као што су:

- Утицај вредности измерених испред учионице за NO₂, на вредности FEV₁ (p<0,001).
- Утицај вредности интервала формалдехида (до и преко 100 µg/m³), на вредности FEV₁ (p<0,015).
- Утицај степена проветрености (VR у интервалима до и преко 8 L/s/по особи) (p<0,006), релативна влажност у учионици (p<0,0001), угљен-моноксид (интервали до и преко 3 mg/m³) (p<0,0001), и вредност OAQ PM₁₀.

Табела 104. Утицај активних особина учионице (IAQ и OAQ) на вредности FEV₁/FVC

	Модел	нестанд.коэф.иц.		стандард.коэф.	t	Sig.
		Beta	SE	Beta		
FEV ₁ /FVC	(Constant)	91,917	7,558		12,162	0,000***
	NO₂ OAQ	-1,108	0,679	-0,097	-1,976	0,043*
	Бензен IAQ	-0,550	0,725	-0,052	-0,758	0,449
	Формалдехид до и преко 100 µg/m ³	0,469	0,860	0,035	0,545	0,586
	VR интервали	-1,538	2,158	-0,140	-0,713	0,476
	CO ₂ IAQ	-1,151	2,226	-0,103	-0,517	0,605
	CO	0,182	0,464	0,022	0,392	0,695
	С° ваздуха у учионици (зона комфора)	-0,268	0,781	-0,022	-0,343	0,732
	RV (%) у учионици – зона комфора	-0,187	0,727	-0,018	-0,257	0,797
	Comfort zone	-0,657	0,671	-0,062	-0,979	0,328
	PM ₁₀ I/O ratio – интервали	-0,112	0,373	-0,020	-0,301	0,764
	PM₁₀ IAQ до и преко 50 µg/m³	1,956	0,900	0,144	2,173	0,030*
	CO OAQ интервали до и преко 3 mg/m ³	-0,452	1,566	-0,015	-0,289	0,773
	OAQ PM₁₀	-0,694	0,481	-0,111	-1,974	0,050*

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Анализом активних особина учионице на висину вредности FEV₁/FVC као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се, односно доказан је значајан предикторски утицај активних особина учионице као што су:

- Утицај вредности **OAQ NO₂**, на вредности FEV₁/FVC (p<0,043).
- Утицај вредности интервала **IAQ PM₁₀** (до и преко 50 µg/m³) на вредности FEV₁/FVC (p<0,030).
- Утицај вредности **OAQ PM₁₀** (p<0,050).

Утицај пасивних особина учионице на вредности FEV₁

Анализом пасивних особина учионице на висину вредности FEV₁ као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се-приказ у табели 105:

- Утицај броја деце преко 20 у учионици на ниже вредности FEV₁ (p<0,001).
- Утицај материјала за подне облоге учионица на вредности FEV₁, односно теписи и итисони предиктор су за више вредности FEV₁ (p<0,0001).
- Утицај материјала за зидне облоге учионице – бела боја (p<0,0001),
- Средство којим се чисти учионица (p<0,014), начин чишћења: влажне методе чишћења/прања подова повезују се са вишим вредностима FEV₁ (p<0,009),

- Густина оближњег саобраћаја ($p < 0,006$), као и близина јавних депонија предиктори су за FEV_1 ($p < 0,0001$).

Табела 105. Утицај пасивних особина учионице на вредности FEV_1

Модел	нестанд. коеф.		стандард. коеф.	t	Sig.
	Beta	SE	Beta		
Окренутост улици, дворишту, и др.	0,108	0,068	0,104	1,588	0,113
Број деце до и преко 20	0,318	0,092	0,402	3,455	0,001***
m ² /по ученику	0,113	0,089	0,139	1,270	0,205
Врста подних облога учионице	0,126	0,035	0,416	3,607	0,000***
Зидне облоге учионице	0,081	0,024	0,328	3,328	0,001***
Отварање прозора ради проветравања учионице	-0,073	0,106	-0,089	-0,691	0,490
Отварање прозора Проветравање учионице зими	0,020	0,042	0,041	0,485	0,628
Методe чишћења учионице	-0,009	0,046	-0,021	-0,201	0,841
Чишћење дневна фреквентност	0,512	0,377	0,209	1,357	0,176
Чишћење – средство/метода	-0,247	0,099	-1,134	-2,484	0,014*
Чишћење – суво, мокро, комбиновано	0,408	0,156	0,777	2,614	0,009**
Старост намештаја	-0,029	0,075	-0,037	-0,391	0,696
Густина оближњег саобраћаја	0,108	0,039	0,340	2,772	0,006**
Пушење наставника	-0,372	0,305	-0,389	-1,220	0,223
Близина индустријског загађења	-0,138	0,119	-0,122	-1,160	0,247
Близина јавне депоније	-1,048	0,161	-0,785	-6,524	0,000***

* $<0,05$ ** $<0,01$ *** $<0,001$

Утицај пасивних особина учионице на вредности FEV_1/FVC

Анализом пасивних особина учионице на висину вредности количника FEV_1/FVC као зависне варијабле, доказан је значајан предикторски утицај активних особина учионице као што су (табела 106):

- Утицај броја деце преко 20 у учионици на ниже вредности FEV_1/FVC ($p < 0,048$).
- Утицај материјала за подне облоге учионица на вредности FEV_1/FVC ($p < 0,030$).
- Утицај материјала за зидне облоге учионице: дрво и тапет предиктор је за више вредности ($p < 0,0001$),
- Начин чишћења учионица ($p < 0,032$), чешћа фреквентност чишћења (два пута дневно) је предиктор за више вредности ($p < 0,014$),
- Густина оближњег саобраћаја ($p < 0,015$), као и пушење наставника ($p < 0,049$).

Табела 106. Утицај пасивних особина учионице на вредности FEV₁/FVC

Модел	нестанд. коеф.		стандарт. коеф.	t	Sig.
	Beta	SE	Beta		
(Constant)	81,825	4,957		16,506	0,000
Окренутост улици, дворишту, друго	-0,828	0,717	-0,086	-1,154	0,249
Број деце до и преко 20	1,724	0,974	0,236	1,990	0,048*
m ² /по ученику	0,925	0,940	0,123	0,985	0,326
Врста подних облога учионице	-0,407	0,371	-0,145	-1,096	0,274
Зидне облоге учионице	0,558	0,256	0,246	2,179	0,030*
Отварање прозора/проветравање	-0,295	1,122	-0,039	-0,263	0,793
Отварање прозора Проветравање учионице зими	-0,085	0,3445	-0,018	-0,192	0,848
Методe чишћења учионице	1,048	0,485	0,262	2,160	0,032*
Чишћење дневна фреквентност	9,833	3,989	0,435	2,465	0,014*
Чишћење – средство/метода	-1,329	1,051	-0,662	-1,264	0,207
Чишћење – суво, мокро, комбиновано	0,740	1,650	0,153	0,448	0,654
Старост намештаја	-0,402	0,796	-0,055	-0,505	0,614
Густина оближњег саобраћаја	1,014	0,413	0,345	2,453	0,015*
Пушење наставника	-6,054	3,225	-0,687	-1,988	0,049*
Близина индустријског загађења	0,713	1,260	0,068	0,566	0,572
Близина јавне депоније	-2,841	1,700	-0,231	-1,671	0,096

FEV₁/FVC

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Униваријантна линеарна регресиона анализа утицаја социо-економских фактора на вредност спирометрије (циљ 3б)

Табела 107. Униваријантна линеарна регресиона анализа утицаја социо-економских фактора на вредност FVC

FVC	нестанд. коефици.		стандарт. коеф.	t	Sig.	95% CI	
	Beta	SE	Beta			Доња	Горња
Рођење пре термина	0,046	0,056	0,035	0,821	0,412	-0,064	0,157
Пушење у трудноћи	0,002	0,045	0,002	0,051	0,960	-0,087	0,091
Образовање мајке	0,081	0,018	0,189	4,422	0,000***	0,045	0,116
Образовање оца	0,083	0,020	0,183	4,258	0,000***	0,045	0,122
Социјална помоћ	-0,142	0,082	-0,075	-1,741	0,082	-0,303	0,018
Запослење мајке	0,047	0,041	0,050	1,138	0,256	-0,034	0,127
Запослење оца	0,025	0,042	0,027	0,609	0,543	-0,056	0,107
Изложеност ETS у кући	-0,015	0,039	-0,017	-0,387	0,699	-0,091	0,061
Број цигарета/дан	-0,001	0,002	-0,042	-0,985	0,325	-0,004	0,001
Интервали броја цигарета	-0,010	0,020	-0,022	-0,501	0,617	-0,049	0,029

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Више образовање мајки, као и више образовање оца су се издвојили као статистички високозначајни предиктори за више измерене вредности FVC код деце обухваћене анкетом.

Примање социјалне помоћи није имало предикторски значај на измерене вредности FVC код деце обухваћене анкетом, као ни друге од изабраних варијабли попут рођења пре термина, пушења у трудноћи, запослености родитеља или изложености дуванском диму у кући.

На измерене вредности FVC код деце обухваћене анкетом није имао предикторски значај ни број цигарета попушених у кући, коме су деца свакодневно изложена.

Табела 108. Униваријантна линеарна регресиона анализа утицаја социо-економских фактора на вредност FEV₁

FEV ₁	нестанд. коефици.		стандарт.коэф.	t	Sig.	95% CI	
	Beta	SE	Beta			Доња	Горња
Рођење пре термина	0,019	0,048	0,017	0,402	0,688	-0,075	0,113
Пушење у трудноћи	0,018	0,038	0,021	0,479	0,632	-0,057	0,094
Образовање мајке	0,064	0,016	0,176	4,107	0,000***	0,033	0,094
Образовање оца	0,071	0,017	0,184	4,281	0,000***	0,038	0,103
Социјална помоћ	-0,126	0,069	-0,079	-1,819	0,069	-0,262	0,010
Запослење мајке	0,029	0,035	0,036	0,831	0,406	-0,039	0,097
Запослење оца	0,020	0,035	0,026	0,577	0,564	-0,049	0,090
Изложеност ETS у кући	-0,035	0,033	-0,047	-1,083	0,279	-0,099	0,029
Број цигарета/дан	-0,002	0,001	-0,080	-1,986	0,050*	-0,005	0,000
Интервали броја цигарета	-0,021	0,017	-0,054	-1,256	0,210	-0,055	0,012

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Више образовање мајки, као и више образовање оца су се издвојили као статистички високозначајни предиктори за више измерене вредности FEV₁ код деце обухваћене анкетом.

Примање социјалне помоћи није имало предикторски значај на измерене вредности FEV₁ код деце обухваћене анкетом, као ни друге од изабраних варијабли попут рођења пре термина, пушење у трудноћи, запослености родитеља или изложености дуванском диму у кући.

На измерене вредности FEV₁ код испитиване деце је имао предикторски значај број цигарета попушених у кући, коме су деца свакодневно изложена. Већи број цигарета је предиктор за ниже вредности FEV₁.

Табела 109. Униваријантна линеарна регресиона анализа утицаја социо-економских фактора на вредност FEV₁/FVC

FEV ₁ /FVC	нестанд. коефици.		станд. коеф. Beta	t	Sig.	95% CI	
	Beta	SE				Доња	Горња
Рођење пре термина	-0,653	0,626	-0,045	-1,042	0,298	-1,883	0,578
Пушење у трудноћи	1,519	0,498	0,130	3,051	0,002**	0,541	2,497
Образовање мајке	-0,365	0,204	-0,078	-1,788	0,074	-0,767	0,036
Образовање оца	0,094	0,221	0,019	0,426	0,670	-0,340	0,528
Социјална помоћ	-0,155	0,908	-0,007	-0,170	0,865	-1,938	1,629
Запослење мајке	-0,677	0,453	-0,065	-1,497	0,135	-1,567	0,212
Запослење оца	-0,229	0,465	-0,022	-0,492	0,623	-1,143	0,685
Изложеност ETS у кући	-0,583	0,425	-0,059	-1,373	0,170	-1,418	0,251
Број цигарета/дан	-0,033	0,017	-0,086	-2,006	0,045*	-0,066	-0,001
Интервали броја цигарета	-0,343	0,221	-0,067	-1,555	0,121	-0,777	0,090

*<0,05 **<0,01 ***<0,001

Више образовање мајки, као и више образовање оца се нису издвојили као статистички значајни предиктори за вредности FEV₁/FVC код испитиване деце.

Примање социјалне помоћи такође није имало предикторски значај на измерене вредности FEV₁/FVC код деце, као ни друге од изабраних варијабли, попут рођења пре термина, запослености родитеља или изложености дуванском диму у кући.

На измерене вредности FEV₁ код деце из истраживања, број цигарета попушених у кући, (свакодневна изложеност дуванском диму), као и пушење у трудноћи су имали предикторски значај. Већи број цигарета попушених у присуству деце је предиктор за ниже вредности односа FEV₁/FVC.

Пушење у трудноћи је предиктор за однос FEV₁/FVC.

5. ДИСКУСИЈА

Као што се из табеле 110 може приметити, SEARCH1 међународни пројекат, чији део су резултати добијени у Републици Србији предмет су истраживања ове докторске дисертације. Дисертација представља пионирски рад на овом типу корелирања података о изложености елементима амбијенталног ваздуха и ваздуха затвореног простора и података о пријављеним респираторним сметњама код деце изложене истима у школском окружењу, као и о утицају дуванског дима у свом дому, на националном нивоу [215].

Табела 110. Примери скорашњих и текућих истраживања утицаја изложености аерозагађењу на здравље школске деце у Европском региону СЗО

Назив истраживања	Година реализације	Број укључених држава чланица	Параметри који су праћени у току истраживања
SEARCH 1	2006–2009	6	PM ₁₀ , формалдехид, бензен, толуен, етилбензен, ксилени, NO ₂ , CO ₂ , CO температура, релативна влажност ваздуха, VR, потрошња енергије, респираторни симптоми
SEARCH 2	2010–2013	6 + 4	
SINPHONIE	2010–2012	23	Формалдехид, бензен, други VOCs, PAHs, CO ₂ , CO, радон, PM ₁₀ , PM _{2.5} , алергени у прадини, буђ, биоаеросоли, респираторни симптоми
Национални IAQ мониторинг у Француској	У току	1	Формалдехид, бензен, CO ₂ у свим школама у Француској, PM _{2.5} , NO ₂ , VOCs, метали, алергени
WHO School Survey	2012. и даље	5	Формалдехид, бензен, NO ₂ , CO ₂ , VR, CO, температура, релативна влажност ваздуха, буђ, пушење у школи, превоз до школе

Извор: [230]

Резултати мерења околинских квантитативних показатеља и повезаност са појавом респираторних симптома код школске деце

- Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку (циљ 1) и утицај на појаву респираторних симптома.
- Праћење показатеља термалног комфора и повезаност са вредностима измерених концентрација полутаната у ваздуху учионица, као и са појавом респираторних симптома код школске деце.

Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку и утицај на појаву респираторних симптома (циљ 1)

У укупном узорку SEARCH1 пројекта, квалитет ваздуха је измерен у 242 учионице основних школа у шест земаља учесница у пројекту, док су подаци о респираторном здрављу узети од 5242 деце, то јест родитеља/старатеља. У укупном истраживачком узорку, установљена је статистички значајна повезаност између карактеристика учионица, показатеља респираторног здравља деце и измерених вредности полутаната у ваздуху унутар учионица. Ова врста повезаности истраживана је за IAQ концентрације угљен-диоксида, PM₁₀, формалдехида, бензена, толуена, етил-бензена, ксилена и азот-диоксида.

Респираторни симптоми код деце у укупном узорку SEARCH1 пројекта

У табели која следи биће приказане преваленце респираторних симптома на укупном узорку SEARCH1 пројекта, према земљама које су у истом учествовале. Симптоми су подељени на „бронхитичне” и „астматичне”.

Табела 111. Преваленца (%) респираторних симптома и обољења код деце из шест „SEARCH земаља”

Симптоми	Албанија (n=1019)	БиХ (n=975)	Мађарска (n=704)	Италија (n=915)	Србија (n=735)	Словачка (n=894)	Укупно (n=5242)
јутарњи кашаљ	18,7	10,6	8,4	13,2	10,5	14,8	13,0
кашаљ дан/ноћ	20,8	9,7	6,5	11,8	9,9	11,0	12,1
кашаљ > 3 месеца	7,7	3,1	3,3	3,5	3,1	2,4	4,0
продуктивни кашаљ	41,6	11,9	3,6	8,5	9,4	4,8	14,4
било који бронхитични симптом	53,6	24,7	13,4	22,8	21,5	24,4	28,0
визинг у посл. 12 месеци	6,5	9,2	8,2	11,5	9,4	8,2	8,8
визинг након физ. напора, <12 месеци	3,5	5,6	5,8	6,0	5,0	3,6	4,9
суви ноћни кашаљ, <12 м	14,2	14,7	10,9	13,9	13,9	15,8	14,0
пробуђен визингом, <12 м	7,4	5,3	2,0	3,6	6,0	5,6	5,1
било који астматични симптом	22,08	23,3	16,9	23,4	22,9	23,9	22,4
Dg астме постављена	11,8	11,2	7,1	12,2	12,8	7,1	10,5
астма лечена, < 12 м	5,7	7,2	3,7	7,9	9,3	6,3	6,7

С обзиром на значајну хетерогеност преваленци за различите симптоме/обољења, сама земља као варијабла мора се анализирати кроз модел логистичке регресије у анализи повезаности између различитих околинских чинилаца и здравственог статуса испитиване деце. Сви испитивани бронхитички симптоми имали су највишу преваленцу у Албанији, нарочито продуктивни кашаљ. Ово се, делимично, може објаснити чињеницом да је управо у Албанији детектована и највећа заузетост простора у односу на број деце у учионици. У случају астматичних симптома, Мађарска је имала најнижу преваленцу (16,9%), док међу осталим земљама из истраживања нису постојале значајне разлике у преваленци (22,08–23,9%). Процент деце из истраживања са икада дијагностикованом астмом од стране лекара, подједнако је низак у случају Словачке и Мађарске (7,1%), док у случају Србије он износи 12,1%, што је уједно и највиши износ [215].

У укупном узорку београдског истраживања, преваленца регистрованих респираторних симптома је следећа: *кашаљ икада* се најчешће региструје (22%), за чим следе *визинг икада* (21,6%), *икада дијагностикована алергија* (23%) и *суви кашаљ ноћу у последњих 12 месеци* (14,1%). Најређе се региструје *кашаљ у континуитету преко 3 месеца* (3,2%) и *визинг након физичке активности* (5,1%), *буђење услед визинга у последњих 12 месеци* (6,1%).

У случају HESE студије, у укупном узорку, преваленца ноћног сувог кашља била је 34%, ринитис (кијавица) 32%, углавном чешћи од појаве визинга (13%). Уколико се анализира укупни узорак, све појаве/симптоми су чешћи у школама у Француској и Италији. Средња вредност преваленце за појаву визинга у те две земље била је 15%, док је укупно за остале земље из истраживања она износила 11%. У случају сувог кашља и ринитиса тај однос износио је 41% наспрам 25%, то јест 39% спрам 26%. Старост деце нема утицаја на настанак респираторних симптома, као ни међу појединачним земљама, учесницама у истраживању [10; 12].

Оближње окружење школе и локација школе и учионица у односу на изворе загађења (мобилне и стационарне)

У овом истраживању, са аспекта географске дистрибуције школа, ђаци похађају школе подељене на три подручја, и то у приградским насељима 225 (31,8%) ђака; школе у

градским општинама, удаљене од прометница 216 (30,5%) ђака, и школе у строгом центру 267 (37,7%) ђака. Нема значајније разлике у заступљености ђака у односу на локацију школе.

И друга слична истраживања имала су сличне географске дистрибуције ученика: *Pegas N. et al.* – 3 урбане школе у Лисабону, Португал [6]; *Almeida et al.* – 3 урбане школе [16]; *Fromme et al.*, узорак од 64 школе био подељен на урбани и рурални [24]; *Stranger et al.* урбане/периурбане [86]; *Godwin et al.* – 9 урбаних школа [102]; *Mumovic et al.* – једна урбана и једна рурална школа [152].

Мобилни извори аерозагађења у близини школе – близина саобраћајница

Анализом укупног узорка SEARCH1 пројекта, у односу на локацију школе, са аспекта близине фреквентног саобраћаја оближњих улица, скоро половина деце из истраживања (48%) похађа школе лоциране у зони умереног саобраћаја (31%), или, пак, у зони веома фреквентног саобраћаја (17%). Сличан процентуални однос постоји и за дистрибуцију самих циљних учионица у односу на близину саобраћајница. Резултати су приказани за укупан узорак, као и појединачно за сваку од шест SEARCH 1 земаља (табела 91).

Уколико се дистрибуција ученика у укупном узорку пројекта анализира према појединачним земљама у којима је спроведено истраживање, школска деца су најизложенија аерозагађењу од густог саобраћаја у Албанији (68,4%), од средње учесталог саобраћаја чак и 81,2%.

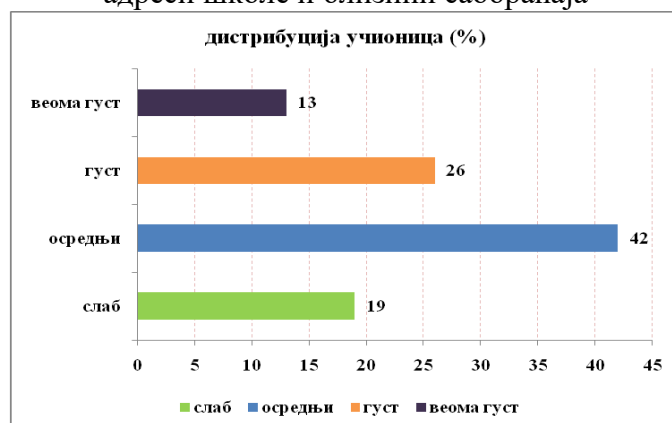
Табела 112. Дистрибуција (%) ученика према локацији школе у односу на различити степен густине саобраћаја за сваку појединачну SEARCH1 земљу

Држава	Нефреквентни	Средње учестао	Густ	Врло густ
Албанија	0,0	31,6	68,4	0,0
БиХ	0,0	28	20,7	51,3
Мађарска	10,2	34,1	42,9	12,8
Италија	7,1	81,2	11,8	0,0
Србија	15,2	44,6	20,1	20,2
Словачка	27,5	50,7	11,4	10,4
Укупно	9,4	43,3	30,7	16,6

У случају десет основних школа нашег истраживања, међу анкетираним ученицима који живе на адреси удаљеној од густог саобраћаја, најчешће су то (15,8%) ученици у ОШ „Никола Тесла”, а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (2,7%) и у ОШ „Радојка Лакић” (4,8%). Међу анкетираним ученицима који живе на подручју са slabим саобраћајем, најчешћи су (76,4%) ученици у ОШ „Стеван Сремац”, а најређе у ОШ „Петар Петровић Његош” (12%). Међу анкетираним ученицима који живе у близини густог саобраћаја, најчешћи су (85,3%) ученици у ОШ „Петар Петровић Његош”, а најређе у ОШ „Коста Абрашевић” (6,1%) и у ОШ „Стеван Сремац” (16,7%).

У графикону и табели који следе приказана је дистрибуција учионица према адреси школе и близини саобраћаја, за укупни обрађени SEARCH узорак, као и у случају сваке појединачне земље [215].

Графикон 82. Укупна дистрибуција учионица из SEARCH1 пројекта према адреси школе и близини саобраћаја



Табела 113. Дистрибуција (%) посматраних учионица лоцираних у подручјима са различитом густином саобраћаја, по земљама

Држава	Нефреквентни	Средње учестао	Густ	Врло густ
Албанија	0	32,4	67,6	0,0
БиХ	0	30	20	50
Мађарска	11,6	27,9	48,8	11,6
Италија	7,1	78,6	14,3	0,0
Србија	12,8	43,6	23,1	20,5
Словачка	47,5	41,5	7,3	3,7
Укупно	18,6	42,5	26,1	12,9

Када је у питању локација школског објекта у односу на оближње саобраћајнице са различитим степеном густине саобраћаја, било да се ради о проценту деце која похађају такве школе, или пак бораве у појединачним учионицама, доминира

изложеност саобраћају средњег интензитета прометности. Школе у Албанији и Мађарској лоциране су, у највећем проценту, у близини саобраћајница са умереним и густим саобраћајем, док су у Италији, Словачкој и Србији школе у већини случајева изграђене у крају са умереним саобраћајем.

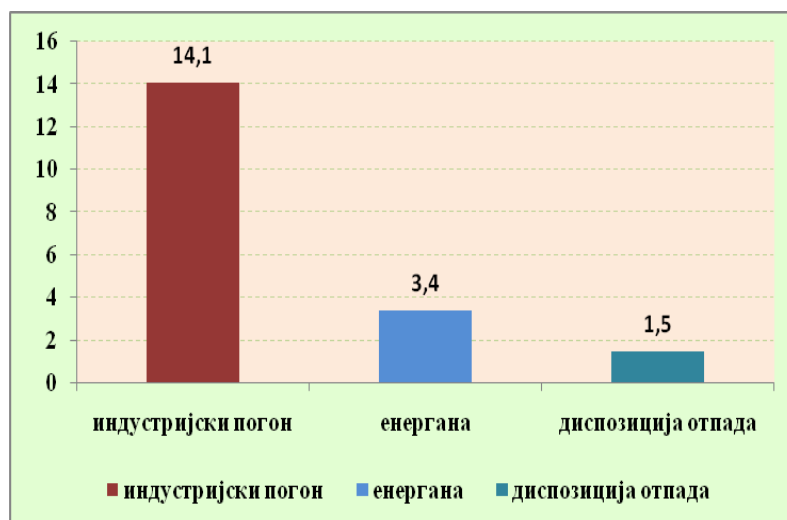
Респираторни симптоми – саобраћај

Бронхитички симптоми код деце из истраживања у десет београдских основних школа су статистички у значајној повезаности само са повишеним вредностима $OAQ PM_{10}$, мереним у амбијенталном ваздуху испред учионице ($p < 0,001$). С друге стране, они значајно корелирају са сниженим вредностима осталих полутаната, који су иначе типични за садржај издувних гасова моторних возила, попут азот-диоксида ($p < 0,003$), толуена ($p < 0,001$), етил-бензена ($p < 0,001$) и ксилена ($p < 0,001$). Ови се резултати поклапају са резултатима истраживања из Холандије, где је доказано да до појаве бронхијалне хиперосетљивости долази код деце која су у току боравка у школи изложена утицају теретног саобраћаја, то јест чија се возила крећу, углавном на дизел-гориво, при чему је честично загађење доминантни нуспроизвод непотпуног сагоревања [193; 194]. Ова тврдња добија смисао и у случају београдских основних школа „Дринка Павловић” у близини прометних саобраћајница са фреквентним аутобуским саобраћајем, „Радојка Лакић” (аутобуси и камиони), као и школом „Никола Тесла” у Раковици. У случају HESE студије, ни $OAQ PM_{10}$ концентрације, нити близина прометних саобраћајница нису утицали на манифестацију истраживаних респираторних поремећаја [10; 12].

Стационарни извори аерозагађења у близини школа

SEARCH пројекат је у упитнику за школе уврстио и питања везана за близину стационарних извора аерозагађења, тачније близину индустријских погона, електрана (енергана) и места за коначну диспозицију отпада, у односу на адресу школе. Дистрибуција деце, у укупном узорку SEARCH пројекта, у односу на позицију школе у односу на стационарне објекте који се налазе на удаљености мањој од 500 м, приказана је у графикону 83. Заправо, свако седмо дете похађало је школу у којој је било изложено емисијама индустријског порекла.

Графикон 83. Процентуална дистрибуција ученика у односу на близину стационарног извора загађења школи коју похађају



Процентуална дистрибуција ученика за сваку појединачну земљу у истраживању приказана је у табели 93.

Табела 114. Процентуална заступљеност деце у школама лоцираним у близини стационарног извора загађења (%)

Држава	Индустрија	Енергана	Диспозиција отпада
Албанија	14,7	0,0	0,0
БиХ	0,0	0,0	0,0
Мађарска	21,0	0,0	0,0
Италија	0,0	12,8	0,0
Србија	17,7	9,2	9,2
Словачка	29,9	0,0	0,0
Укупно	14,1	3,4	1,5

За разлику од Словачке, Мађарске и Албаније, чије су испитиване школе једино биле лоциране у близини неког индустријског погона, забележено је да су се школе у Србији налазиле у близини енергетских постројења (17,7%), локалитета за коначну диспозицију отпада (9,2), као и индустријског погона (9,2%) [215].

Постоји значајна разлика у дистрибуцији школа у односу на стационарне загађиваче, у истраживању у Београду. Значајно је мање оних школа у чијој близини се исти налазе, а то су ОШ „Коста Абрашевић” (електрана), ОШ „Никола Тесла” (индустријско постројење) и ОШ „Дринка Павловић” (штампарија „Борбе”, Улица Косовска, Београд,

директно преко пута главног улаза у школу). У 18% учионица близина индустријског постројења је значајна.

Godoi et al. одабрали су школе у индустријском месту Куритиба (Бразил), са петрохемијским комплексом као преобладајућим извором загађења, како би доказали утицај квалитета амбијенталног ваздуха на загађеност ваздуха у простору учионица, у школама које су такође трпеле и загађење пореклом од саобраћаја [20]. У истраживањима у Немачкој и Португалу, као извори загађења ваздуха, који могу бити од значаја за квалитет ваздуха у просторијама школе, сматрани су како близина прометних саобраћајница, али и процеси који се одвијају унутар самих учионица, нарочито у случају присуства честичног загађења [6; 24; 28].

Стационарни извори загађења у близини школа и респираторни симптоми

У предметном истраживању, учешће појаве респираторних симптома код ученика који похађају основну школу, која није у близини стационарног извора загађења, није статистички значајно различита од учешћа респираторних симптома код ученика чије су учионице у близини истих. У том смислу, деца која нису у школи покрај стационарних извора загађења имају респираторне симптоме у 42,6% случајева, док се респираторни симптоми региструју у 41,4% случаја код деце из школа у близини таквих извора загађења ($p=0,765$).

Утицај састава учионице (намештај/под/зид) на квалитет ваздуха у учионици

Упитник за карактеристике учионице у којима бораве испитивана деца садржи следеће елементе: квалитет прозорских оквира, навика проветравања учионице, број деце која бораве у учионици у време трајања мерења квантитативних показатеља квалитета ваздуха, квалитет зидних и подних облога, тип и старост намештаја.

Бројни производи могу допринети ослобађању VOCs у ваздух, укључујући све врсте подних облога, хемикалије за чишћење, намештај, штампаче, зидне облоге, зидне боје, адхезиве и оплате. Зидне боје и оплате су производи који значајно могу допринети концентрацији лако испарљивих органских једињења (VOCs) у ваздуху затвореног простора, па и оног у школи. VOCs у ваздуху, која се могу довести у везу са бојама и премазима могу представљати саставне компоненте који се додају бојама са циљем

побољшања њихових перформанси или као нуспроизводи створени у току процеса сушења већ нанете боје [6; 231].

А) Подне облоге. Доказана је статистички значајна разлика у врсти материјала подова учионица ($p=0,001$). Значајно је више учионица са пластичним или бетонским подовима који су застрти итисоном или неком врстом тепиха, у београдским школама.

У укупном узорку Пројекта 38,8% деце боравило је у учионицама са пластичним подом, док је 24,6% похађало наставу у учионицама са текстилним подним облогама (итисон).

Под од пластичне и текстилне материје у учионицама: Анализом врсте подних облога и средњих вредности концентрација праћених полутаната у ваздуху учионица (етил-бензен, толуен, ксилени, формалдехид), NO_2 и PM_{10} честица, када су у питању школе у Београду, запажа се статистички значајна корелација са постојањем пластичних подних облога (ламинат), нарочито ако су исте застрте текстилом (итисон/теписи). У 24,6% свих учионица из пројекта под је застрт текстилним облогама. У већини земаља измерене концентрације VOCs у ваздуху (бензен, етилбензен, толуен, ксилени) и NO_2 биле су значајно више у учионицама са текстилним подним облогама, у односу на оне које их нису имале. PM_{10} и формалдехид нису показали сличне корелације [215].

У конкретном истраживању у Србији, доказана је статистички значајна разлика у врсти материјала подова учионица ($p=0,001$). Значајно је више учионица са пластичним или бетонским подовима који су застрти итисоном или неком врстом тепиха.

У студији *Fromme et al.* није постојала значајна разлика у односу на квалитет чврстих подних облога (дрво, линолеум) и оних са текстилном структуром [24].

Респираторни симптоми – подне облоге

Из угла укупног узорка SEARCH1 истраживања, упркос вишеструким успостављеним повезаностима између присуства подних облога од текстила и измерених концентрација VOCs, биваријантном анализом између таквог пода у учионицама и различитих здравствених последица, не указује се на статистички значајну повезаност.

Наиме, након усклађивања према узрасту, полу, држави, вредностима за бензен и постојање тепиха у кућном окружењу, доказана је статистички значајна повезаност са преваленцом појаве *буђења током ноћи услед визинга* код испитиване деце (OR=1,64; 95% C.I.:1,12–2,41). У овом случају, концентрација IAQ бензена $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ сама по себи, значајно је повезана са појавом овог астматичног симптома (OR=1,59; 95% C.I.:1,16–2,18), независно од евидентиране подне облоге од текстила. То значи да су и концентрација IAQ бензена $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и присуство текстилне подне облоге независне детерминанте, када је појава *буђења у току ноћи визингом* у питању [215].

У студији на 579 астматичне деце у Данској, пријављено је усложњење симптома астме код ученика оних школа чије учионице имају текстилне подне засторе, у односу на оне који бораве у учионицама без истих [92].

Корелацијом присуства различитих врста подних облога (пластика, дрво, текстил) у учионицама београдских основних школа, са појавом респираторних сметњи код испитиване деце, добијени су следећи резултати:

- У учионицама са дрвеним подом респираторне симптоме има 43,2% деце, док су у учионицама без дрвене подне облоге код њих 41,8% регистровани респираторни симптоми, што ову корелацију чини статистички незначајном ($p = ns$).
- У учионицама са пластичним подом респираторне симптоме има 45,1% деце, док су у учионицама без пластичне подне облоге код њих 39,8% регистровани респираторни симптоми, што ову корелацију чини статистички незначајном ($p = ns$).
- У учионицама са текстилним подним покровом (итисон) респираторне симптоме има 38,28% деце, док су у учионицама без итисона код њих 44,3% регистровани респираторни симптоми, што ову корелацију чини статистички незначајном ($p = ns$).
- Међу децом са респираторним симптомима, највише је деце у учионицама са пластичним подним облогама (ламинат, линолеум), и то 42,5%.

Ово се може објаснити чињеницом да услед електростатичког електрицитета не долази до потпуног слегања финих, респирабилних честица присутних у ваздуху учионица на површину пластичне подне облоге, па су исте због феномена ресуспензије много

ближе инхалационој зони деце, а самим тим и спремније да угрозе респираторно здравље деце [24].

Б) Зидне облоге. У истраживању у Србији, доказана је статистички значајна разлика у врсти зидних облога и врсти боје зидова учионица ($p=0,001$). Значајно је више учионица које су окречене водонепропусном, од оних са водоотпорном бојом.

Анализом укупних резултата SEARCH пројекта, више од две трећине зидова у испитиваним учионицама окречено је водорастворљивим бојама [215]. Није уочена значајна повезаност између ове врсте зидних облога и концентрације било ког измереног полутанта у ваздуху учионица. Преостала трећина зидова окречени су водоотпорним бојама (29,5%). Међутим, када су у питању школе у Београду, анализом измерених IAQ вредности одређених полутаната, попут растворљивих органских једињења (бензен, толуен, ксилени, формалдехид), NO₂ и PM₁₀ честица, запажа се статистички значајна корелација са чињеницом да су зидови обојени водоотпорним бојама, дрветом или тапетама.

Респираторни симптоми – зидне облоге

Анализом укупних резултата SEARCH пројекта, код деце која бораве у учионицама са зидовима окреченим водонерастворљивим бојама чешћа је појава *икада од лекара дијагностиковане алергије*, као и чињенице да им је *астма терапијски третирана у последњих 12 месеци*, у поређењу са децом из учионица са водорастворљивим зидним бојама ($p<0,01$).

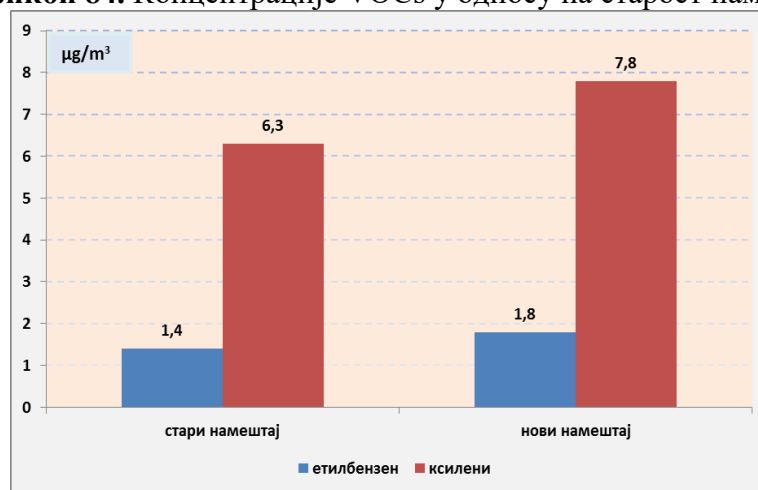
У случају укупног узорка из београдског истраживања, када је у питању присуство, то јест непостојање респираторних симптома код деце која похађају учионице са различитим зидним облогама не постоји статистички значајна разлика: у учионицама окреченим само белом кречном бојом њих 37,5% има респираторне симптоме, док оних без респираторних симптома има 43,0%; у случају водорастворљивих боја респираторне симптоме има 45,1%, док их нема 37,7%; у учионицама окреченим водонепропусним бојама са респираторним симптомима је 40,6%, а без истих њих 43,5%, док је у случају облагања зидова учионица дрвеним панелима („ламперије”) са респираторним симптомима 33,3% деце, а без симптома њих 43,4%. У случају кречења плафона (значајно због честичног кружења), тамо где су окречени белом кречом 34,0%

деце има респираторне симптоме, док у учионицама без таквог плафона њих 45,6% има респираторне симптоме.

Старост намештаја и присуство лакоиспарљивих органских једињења

Упитник за карактеристике учионице обухватио је и податке о периоду када је у учионице унет нови намештај. Повећане концентрације етил-бензена и ксилена, у укупном узорку истраживања измерене су у учионицама у којима се реновирање са променом намештаја десило у последњих 12 месеци, а то је 7,8% учионица које су учествовале у овој студији (графикон 85).

Графикон 84. Концентрације VOCs у односу на старост намештаја



Анализом упитника за школску зграду, дистрибуираних у десет београдских основних школа, доказана је статистички значајна разлика старости намештаја учионица ($p=0,001$). Значајно је више одељења са намештајем старим до пет година. Испарљиви органски растварачи, међу којима су и гасови попут бензена, толуена, етил-бензена и ксилена, очекивано су присутни у оним основним школама и другим јавним објектима у којима је реновирање просторија обављено у последњих 12 месеци, због чега се и врши њихов мониторинг [232].

Пракса чишћења учионица: начин чишћења и утицај на полутанте

Процес и методе чишћења школског простора (учионица) из угла овог истраживања могуће је дефинисати као пасивну карактеристику, за сваку дату школу понаособ, с обзиром на чињеницу да је школска управа та која дефинише сваки детаљ истог, почев од времена спровођења чишћења, методе чишћења (метла, усисивач, моп уз додавање

хемикалије, најчешће варикине), то јест да се утврђени елементи процеса ретко мењају, чак и годинама. Набројани параметри често зависе и од финансијских могућности школе, као и самих подних/зидних облога и других грађевинских материјала у учионицама. Како врста чишћења школског простора и његова учесталост нису повезани са географском локацијом школе, а што је био основни метод за груписање школа у три категорије (строги центар, шири урбани центар и приградско насеље), дискусија добијених корелација односиће се на укупни узорак свих десет школа из истраживања. У београдским школама значајно више учионица бива чишћено „сувим” методама, попут метле и усисивача ($p=0,001$), чиме се може објаснити присуство честица у ваздуху учионица, услед феномена ресуспензије [6; 24].

Време у току дана када се обавља чишћење учионица, у којима су вршена мерења полутаната, статистички значајно утиче на IAQ концентрације полутаната тако што су повећане концентрације толуена и ксилена измерене у учионицама где се чишћење пода и других равних подлога врши пре уласка ученика у учионицу, у јутарњој смени, док су IAQ концентрације NO_2 ($> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), бензена ($> 5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), формалдехида ($> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), CO_2 ($> 1000 \text{ ppm}$), PM_{10} ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) у корелацији са чишћењем које се обавља на крају поподневне наставне смене, увече, ноћу. Један од разлога што у овом случају имамо повишене вредности PM_{10} може бити и чињеница да честице које заостану након чишћења преко ноћи имају дужи период за седиментацију на равну подну подлогу, чекајући улазак ученика који својим убрзаним кретањем, на самом почетку радног дана, доводе до динамичне ресуспензије истих [24].

Мања учесталост чишћења учионица (једном дневно до једном недељно) доводи се у везу са повећаном IAQ концентрацијом формалдехида, етил-бензена, CO_2 , PM_{10} и NO_2 , док је чешће прање/чишћење (више пута на дан) у корелацији са концентрацијом бензена, толуена.

Везано за метод чишћења/прања пода учионица, у овом истраживању утврђена је корелација између комбиноване наизменичне примене усисивача и мопа уз додавање хемикалије (најчешће варикине) у течност за прање, са повећаном IAQ концентрацијом NO_2 , бензена, толуена, етил-бензена, ксилена и формалдехида.

У истраживању у Португалу, највише измерене концентрације PM_{10} у ваздуху учионица доводе се у везу са праксом чишћења учионица у касним поподневним сатима. Такође, концентрације честица у ваздуху варирају, па су више у просторијама где се под чисти метлом, него у онима где се прашина усисава. У поређењу са поменутом два метода чишћења, прање пода mopом доводи се у везу са нижим концентрацијама PM_{10} [224].

Анализом укупних резултата SEARCH пројекта, коришћење усисивача (13,4%) није доведено у везу са концентрацијом и једног појединачног полутанта који је мерен у усисаваним учионицама, у току наставе. С друге стране, концентрације NO_2 и бензена биле су значајније ниже у учионицама у којима је као средство за чишћење коришћена метла (74,3%) и/или mop (69,3%) [215].

У студији SINPHONIE је 23% учионица чишћено усисивачем, у којима су, при том, измерене концентрације формалдехида и NO_2 биле значајно више него у учионицама где није усисавано. Све добијене вредности остале су конзистентне и након стандардизације за сваку појединачну земљу из истраживања. Коришћење мopa у комбинацији са хемикалијом (углавном варикина) било је у 18,5% учионица из укупног узорка, у којима су измерене IAQ концентрације формалдехида [237].

Под се чисти у већини београдских школа из истраживања у јутарњим часовима пре уласка ученика, углавном без присуства хемијских средстава, с обзиром на чешћу употребу метле и усисивача.

Респираторни симптоми – чишћење

Доказана је статистички значајна разлика у начину чишћења у односу на појаву респираторних симптома, код деце испитиване у истраживању у београдским школама. Респираторни симптоми се најчешће манифестују код деце која наставу похађају у учионицама које се чисте „сувим методама”, попут метле и усисивача (77,7%), у односу на „влажне методе” (10,1%) и комбиновано са хемијским средством (12,2%), $p < 0,018$.

Није доказана значајна разлика у чишћењу у одређено доба дана међу децом са појавом респираторних симптома у односу на децу без појаве истих. Најчешће се учионице чисте ујутро, а учешће деце са појавом респираторних симптома у односу на доба дана

када се чисте учионице се креће од 39,3% (ноћу), преко 41,8% у учионицама које се чисте ујутро, пре уласка деце, па до 45,2% у учионицама које се чисте у међусмени (рано поподне).

Концентрација полутаната у ваздуху учионица (IAQ)

Табела 115. Просечне вредности свих IAQ полутаната у школама у SEARCH1 и SEARCH2 пројекту

Полутант (µg/m ³)	Албанија	Белорусија	Б и Х	Мађарска	Италија	Казахстан	Србија	Словачка	Таџикистан	Украјина
PM ₁₀	69	28	102	56	82	65	81	80	91	33
Формалдехид	5,6	7,5	7,1	2,4	33,1	10,4	1,7	8,7	12,9	11,5
Бензен	4,1	2,0	6,3	2,2	2,0	6,3	5,9	4,8	7,4	2,5
Толуен	15,5	6,2	27,6	4,6	5,0	18,1	21,9	29,5	17,4	4,9
Етилбензен	1,2	0,9	1,6	1,6	1,8	1,6	1,6	1,4	1,5	0,8
Ксилени	5,0	5,9	7,7	7,0	7,1	9,1	8,0	5,1	7,0	4,3
NO ₂	12	10	21	16	19	17	22	14	13	12

Извор: Csobod et al., 2010

IAQ PM₁₀. За разлику од осталих пет земаља где су мерења трајала једну радну школску недељу, мерења у Италији спроведена су у току 24-часовног узастопног периода. Просечне вредности варирале су између 56 и 102 µg/m³, док су максималне вредности чак и два до три пута веће вредности. Укупна просечна IAQ PM₁₀ за Србију је 81 µg/m³, што се поклапа са вредностима измереним у Италији и Словачкој.

У случају дела истраживања спроведеног у Србији, вредност PM₁₀ изнад 50 µg/m³ је чешћа у учионицама, статистички значајно, као и PM₁₀ изнад 80 µg/m³. Распон средњих вредности концентрација овог полутанта кретао се у распону од минималних 44,72 ± 12,48 µg/m³ у ОШ „Иван Горан Ковачић”, до максималних 162,12 ± 41,93 µg/m³ у ОШ „Коста Абрашевић”. I/O PM₁₀ ratio је најчешћи у интервалу до 1,0, статистички значајно (p<0,0001), што значи да су у већини случајева концентрације PM₁₀ веће у амбијенталном ваздуху испред учионица, него у ваздуху унутар учионица, то јест да долазе од споља. Од целог узорка деце, у свих десет школа, њих 36,2% је у учионицама са I/O PM₁₀ ratio изнад 1,0, где је главни извор честичног загађења у самим учионицама; 3,7% у учионицама где је тај однос раван 1,0, док 60,1% наставу похађа у

учионицама са количником нижим од 1,0, где је главни извор загађења у амбијенталном ваздуху.

У сличним истраживањима спроведеним у другим земљама, у току грејне сезоне, добијени су приближни резултати мерења честичног загађења у ваздуху учионица.

Табела 116. Вредности IAQ PM₁₀ (µg/m³) у сличним истраживањима

Референца	Локација школе	Вредности IAQ PM ₁₀ (µg/m ³)
<i>Simoni et al</i> [10,12]	21 урбане/руралне	112 (91–133)
<i>Almeida et al</i> [16]	3 урбане	30–146
<i>Fromme et al</i> [24]	64 урбане/руралне	105 (16,3–313,2)
<i>Diapouli et al</i> [172]	7 урбаних	236,13 (74,65–668,74)

Из података прикупљених у мерењу у основним и средњим школама у САД види се да су концентрације респирабилних честица (PM₁₀ и PM_{2,5}) више у ваздуху учионица него у случају канцеларија [97]. Бројне студије у школској средини такође су добиле повећане вредности концентрација IAQ PM₁₀ [8; 22; 24; 102; 172].

Као потенцијални извор **ВеТоХу** у ваздуху у учионицама сматрају се сама локација школе, али и заузетост простора учионице ђацима, са доказаном статистичком значајношћу [232; 233].

Концентрације IAQ **бензена** изнад 5 µg/m³ има три од 10 школа, и то су: ОШ „Стеван Сремац”, „Радојка Лакић” и „Иван Гундулић”. Просечне вредности измерене у десет основних школа биле су у распону од 3,58 до 13,17 µg/m³. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији вредности посматраног параметра међу школама ($\chi^2=469,172$, $p<0,0001$). Средње вредности концентрације **бензена** мерених у 60 учионица, у шест земаља учесница у пројекту, непрекидно четири дана, презентоване су у горњој табели (табела 95). Средње вредности кретале су се у распону од 2,0 до 6,3 µg/m³, мада су у неким учионицама у појединим земљама измерене значајно више вредности. Просечне концентрације највише су у ваздуху учионица у Србији и БиХ у SEARCH1 фази, док, уколико се компарацијом обухвате резултати оба сукцесивна истраживања, резултати добијени у Србији спадају међу четири земље у којима су вредности изнад дозвољених 5,0 µg/m³ (Србија, БиХ, Таџикистан и Казахстан) [215].

Резултати из других сличних студија крећу се у распону концентрација добијених у овом истраживању. Тако су у три урбане школе у Лисабону измерене вредности концентрације бензена од $2,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и $2,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, сматране последицом урбаног саобраћајног загађења ваздуха [6]. С друге стране, резултати мерења бензена извршених у Бразилу, у школама лоцираним у центру града и у предграђу, у близини петрохемијског комплекса, тумачени су двојачко. За присуство бензена у ваздуху учионице у школи урбаног центра од $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ сматра се да потиче од присуства саобраћаја, док се вредност од $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у приградској школи доводи у везу са близином погона петрохемијске индустрије [20].

Иако је опсег средњих вредности **IAQ толуена** био у распону прихватљиво ниских концентрација од $4,6$ до $29,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, забележене су и неке појединачне екстремно високе вредности, у Србији ($401 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и Словачкој ($667 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Увидом у средње вредности концентрација толуена у свих десет земаља укључених у обе фазе пројекта, издвајају се три групе резултата: изнад $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Србија $27,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$; БиХ $27,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Словачка $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$); са вредностима у распону $10\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Албанија $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Таџикистан $17,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Казахстан $18,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), као и група са вредностима испод $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Мађарска $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Украјина $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Италија $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Белорусија $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [216]. У случају вредности добијених у истраживању у граду Куритиба са петрохемијском индустријом, у Бразилу, нотирана је значајна разлика међу концентрацијама толуена у ваздуху учионица у централним школама покрај саобраћајница ($3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и школама у предграђу, у близини индустријског комплекса ($48,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), што у овом случају наводи на закључак да је присутни толуен пореклом од индустријских емисија у амбијентални ваздух [20]. Ако посматрамо појединачне школе у београдском истраживању, распон средњих вредности био је од $6,08 \pm 1,062 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у учионицама ОШ „Стеван Сремац” до максималних $27,91 \pm 9,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у ОШ „Радојка Лакић”. Ово се може објаснити чињеницом да се управо та школа налази на једној од најзагађенијих локација у граду Београду, с обзиром да је окружена са две изузетно прометне саобраћајнице (Ул. Немањина и Ул. Савска), као и да је у њеној непосредној близини још увек активна Главна железничка станица. Анализом навика проветравања у школама из истраживања, нотирано је да се управо у овој школи проветравање недовољно практикује, највероватније због саобраћајне буке. Повишене вредности толуена у ваздуху учионица ОШ „Радојка Лакић”, у складу су са резултатима сличног истраживања у Лисабону, где су све измерене вредности за

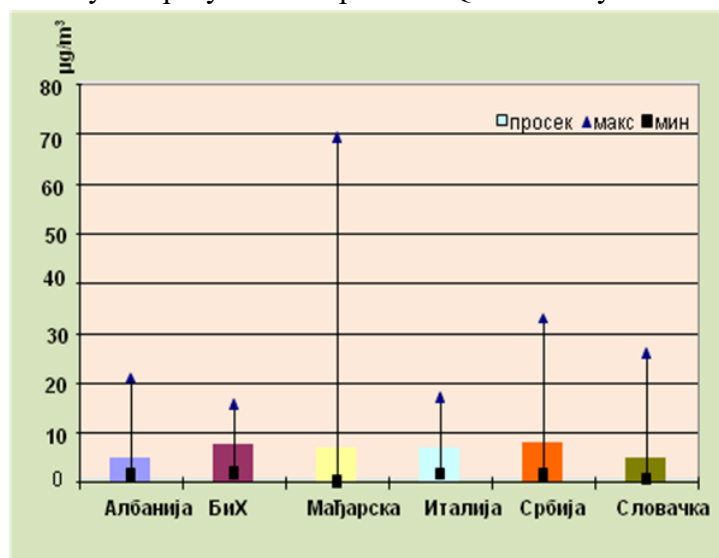
ВеТоХу у ваздуху у учионицама биле веће од оних у амбијенталном ваздуху испред школа [6].

Средње вредности концентрација **етил-бензена** приказане су такође у табели 94. Њихов распон био је од 0,8 до 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, док су максималне измерене појединачне вредности биле 2–5 пута веће (и више), као што је забележено у Мађарској [215]. Средња вредност концентрација етил-бензена у школама у Србији је 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, што се поклапа са резултатима добијеним у 7/10 земаља које су учествовале у обе фазе SEARCH пројекта. У сличним истраживањима рађеним у урбаним школама у Чешкој вредности етилбензена су биле преко 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, док су се у Лисабону (Португал) кретале у распону од 0,29 до 14,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а у Хонг Конгу 4,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [28; 233; 234]. Праћење вредности етил-бензена у школама у Бразилу указује да су вредности у приградској средини, у близини петрохемијског комплекса више него три пута веће од оних у близини велике централне саобраћајнице (3,9/1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), што наводи да је индустријски извор загађења значајнији емитер етил-бензена од самих мобилних извора загађења [20].

Концентрације ксилена добијене континуираним мерењем у току радне школске недеље приказане су на графикону 85. Средње вредности кретале су се у распону од 5 до 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, док су максималне појединачне вредности биле у распону од 16 до 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

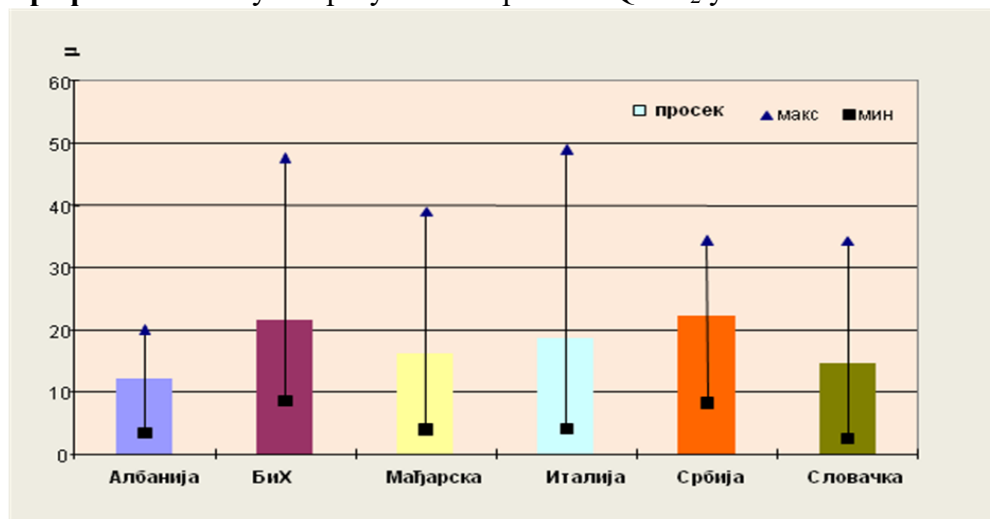
У већ поменутом истраживању квалитета ваздуха у учионицама, у Чешкој, вредности сва три једињења ВТЕХ била су значајно веће него у другим сличним истраживањима, па је осим толуена и етилбензена изнад 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, средња вредност концентрације ксилена износила више од 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [233].

Графикон 85. Укупни резултати мерења IAQ ксилена у SEARCH1 земљама



Концентрације NO₂ добијене континуираним мерењем у току радне школске недеље, збирно за све земље учеснице у пројекту, приказане су на графикону 86. Средње вредности кретале су се у распону од 12,2 до 22,1 μg/m³, док су чак и максималне појединачне вредности биле испод 50 μg/m³.

Графикон 86. Укупни резултати мерења IAQ NO₂ у SEARCH1 земљама



У односу на укупан број деце у истраживању, њих 69% похађа наставу у учионицама са средњом вредности IAQ NO₂ ≤ 40,0 μg/m³, док је преосталих 31,0% изложено концентрацијама изнад те вредности. Статистички значајно највиша вредност IAQ NO₂ је у школи „Радојка Лакић” (29,52 ± 3,26 μg/m³, медијана=31 μg/m³), а најнижу

измерену вредност има школа „Аца Милосављевић” ($9,40 \pm 1,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, медијана= $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ($p \leq 0,0001$).

Као што је већ напоменуто, присуство овог гаса, било у амбијенталном или у ваздуху затвореног простора, сматра се маркером саобраћајног аерозагађења [135]. У складу са тим је и чињеница да је статистички значајно највиша вредност IAQ NO_2 забележена у ОШ „Радојка Лакић”, с обзиром на њену лоцираност у односу на близину прометних саобраћајница, са великим оптерећењем јавног путничког саобраћаја, као и присуства великог броја теретних возила (улице Немањина и Савска).

Средње вредности концентрације **формалдехида** добијене континуираним мерењем у току радне школске недеље, у укупном истраживачком узорку кретале су се у распону од 2 до $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, уз велике разлике међу SEARCH земљама добијене мерењима. Просечне вредности формалдехида (HCHO), у београдском делу истраживања, крећу се од минималних $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ до максималних $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Статистички значајно најнижу вредност има школа „Аца Милосављевић” ($1,03 \pm 0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, медијана= $1,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а највишу измерену вредност има школа „Скадарлија”, ($4,3 \pm 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, медијана = $4,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ($p \leq 0,0001$).

Повезаност IAQ и OAQ концентрација полутаната у укупном узорку у односу на локацију школе (циљ 4) – евентуални утицај саобраћаја

Положај учионице и квалитет ваздуха амбијентално/у учионици

У даљем тексту биће разматран евентуални утицај близине саобраћајница на вредности загађујућих материја у амбијенталном ваздуху и ваздуху унутар учионица (IAQ).

У већини земаља из истраживања **PM_{10} концентрације** у амбијенталном ваздуху биле су значајно повећане у зонама школа у близини прометних саобраћајница, у поређењу на оне лоциране крај слабо прометних улица. С друге стране, ова разлика у густини саобраћаја улица које окружују школе није значајно утицала на IAQ PM_{10} концентрације измерене у учионицама, што сугерише да су за повишене вредности овог полутанта одговорни и извори загађења унутар самих учионица [215].

Табела 117. Средње вредности концентрација **PM₁₀ ОАQ** и **PM₁₀ IAQ** у школама у близини слабо и јако прометних саобраћајница

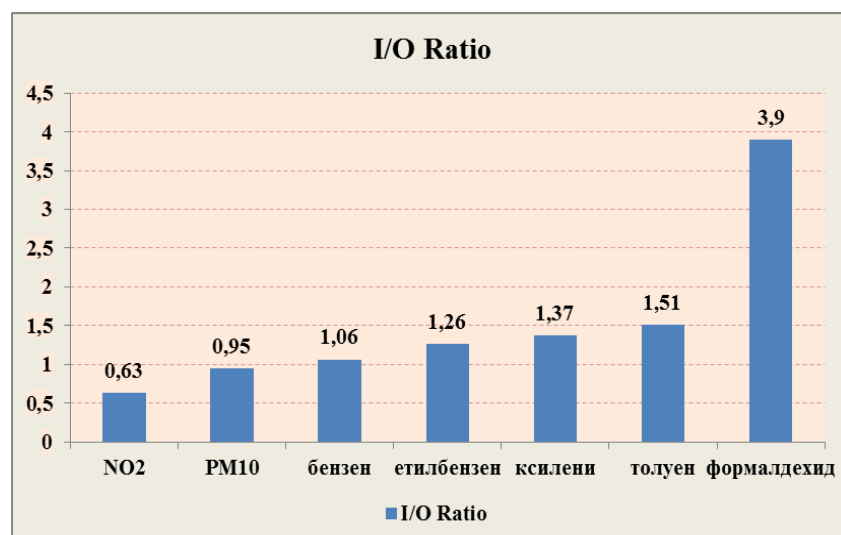
Држава	PM ₁₀ ОАQ (µg/m ³)			PM ₁₀ IAQ (µg/m ³)		
	слаб саобраћај	врло густ саобраћај	Р	слаб саобраћај	врло густ саобраћај	Р
Албанија	—	—	—	—	—	—
БиХ	—	207,0	—	—	106,0	—
Мађарска	63,75	57,4	0,8065	71,4	81,8	0,6004
Италија	—	—	—	—	—	—
Србија	106,4	187,62	<0,001	108,8	107,5	0,5576
Словачка	71	107	0,1336	90,58	80,33	0,8852
Укупно	80,87	177,5	0,0045	90,36	100,8	0,3164

У случају предметног истраживања у београдским основним школама, од целог узорка деце, у свих десет школа, њих 36,2% је у учионицама са I/O PM₁₀ ratio изнад 1,0, где је главни извор честичног загађења у самим учионицама; 3,7% у учионицама где је тај однос раван 1,0, док 60,1% наставу похађа у учионицама са количником нижим од 1,0, где је главни извор емисије честица у амбијенталном ваздуху, пре свега саобраћај у близини предметне школе. Заправо, поменутих 36,2% деце похађа 5/10 школа у којима су вредности I/O PM₁₀ ratio изнад 1,0 (табела 16). Тачније, ради се о школама: „Аца Милосављевић” (1,06 ± 0,15), „Иван Горан Ковачић” (1,06 ± 0,34), „Радојка Лакић” (1,07 ± 0,12), „Скадарлија” (1,02 ± 0,22) и „Дринка Павловић” (1,39 ± 0,34). Ову појаву могуће је објаснити управо са аспекта њихове локације у односу на прометне саобраћајнице. Школе „Р адојка Лакић”, „Скадарлија” и „Дринка Павловић” налазе се веома близу од раније дефинисаних „црних тачака”, када је урбано аерозагађење у питању, из редовних мерења које за Градску скупштину Града Београда врши Институт за јавно здравље „Др Милан Јовановић Батут” на најфреквентнијим раскрсницама у Београду, пре свега, код тунела на Зеленом венцу, Дом Народне Скупштине, Главна железничка станица. У циљу неометаног одвијања наставе, спречавајући уплив саобраћајне буке, прозори учионица се у току наставе не отварају често, чиме се могу објаснити повећане концентрације IAQ PM₁₀, углавном пореклом од ресуспензије честица [21; 24]. У складу са реченим, у учионицама у Кореји I/O PM₁₀ ratio је био 1,06–1,60 [235]. У средњим школама у Пољској овај однос био је знатно нижи, износећи 0,8 ± 0,2 и 2,5 ± 1,7, што се доводи у везу са сниженим нивоом физичке активности код тинејџера у односу на значајно већу физичку активност деце у основним школама [236].

У школама лоцираним у близини улица са врло густим саобраћајем измерене су повишене вредности IAQ концентрација азот-диоксида (NO_2) и бензена, у односу на оне школе са адресом у близини слабо прометних саобраћајница, у укупном узорку истраживања (табела 97). Ово се тумачи чињеницом да је емисија азот-диоксида значајни саставни елемент издувних гасова моторних возила, нарочито оних са погоном на дизел-гориво. У том смислу, у истраживању *Pegas et al.* у Португалу, средње вредности концентрација овог полутанта измерене у учионицама биле су $37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а у амбијенталном ваздуху испред учионица $49,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, што указује на оправданост ове тврдње [6]. Слични резултати добијени су и у случају истраживања у Белгији (Антверпен), са средњим вредностима концентрација NO_2 IAQ и OAQ од 57 (14–159) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и 63,7 (27–147) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, праћеним у ваздуху унутар и изван учионица укупно 27 основних школа лоцираних у урбано и периурбано подручје [86].

Из графикана који следи, а који представља укупно усредњење односа концентрација свих полутаната измерених у целокупном пројектном узорку у ваздуху учионица и амбијенталном ваздуху испред њих, добијене вредности нам указују на то да је азот-диоксид присутан у учионицама доминантно пореклом од саобраћаја у близини, с обзиром да је однос IAQ/OAQ концентрација мањи од 1,0 [21].

Графикон 87. I/O Ratio полутаната – укупан узорак



С друге стране, вредности овог односа у случају свих лакоиспарљивих органских једињења указују на чињеницу да је извор њихове емисије, пре свега, у самом простору

учионица, то јест од материјала који чине њихов ентеријер, попут намештаја, подних и зидних облога, дрвенарије [6].

Табела 118. Средње вредности IAQ **BeToXu** и **NO₂** у школама у близини слабо и јако прометних саобраћајница

Држава	Benzene		Xylenes		Toluene		NO ₂	
	густина саобраћаја у близини школе							
	слаба	висока	слаба	висока	слаба	висока	слаба	висока
Албанија	—	—	—	—	—	—	—	—
БиХ	—	—	—	—	—	—	—	—
Мађарска	1,62	3,5**	11,04	5,42~	8,9	6,12	5,6	18**
Италија	—	—	—	—	—	—	—	—
Србија	5,32	6,29	1,84	7,44**	6,31	26,65**	9,5	21,25*
Словачка	3,46	10,93**	4,64	8,6	9,14	83,3*	13,5	16,33
Укупно	3,07	5,12**	5,25	7,28*	7,78	23,21***	10,86	21,11***

~ = p<0,10 * = p<0,05 ** = p<0,01 *** = p<0,001

У нашем истраживању, корелација концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху испред учионице (OAQ) укупно, и на локације школе показује високу сигнификантност. Иста је доказана за следеће полутанте:

- **ОAQ концентрације NO₂** расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, док су највише концентрације овог полутанта у високо значајној корелацији са школама у строгом центру града (R=0,631, p<0,0001);
- **ОAQ концентрације бензена** опадају у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, тако да су највише вредности овог полутанта у статистички високозначајној корелацији са школама у приградским насељима (R=-0,284, p<0,0001);
- **ОAQ концентрације толуена** расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у строгом центру (R=0,182, p<0,0001);
- **ОAQ концентрације етил-бензена** (R=0,496, p<0,0001) и ксилена (R=0,188, p<0,0001) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у строгом центру града;
- **ОAQ концентрације СО** (R=-0,87, p<0,019) расту у односу на локацију школе, од школа у приградским насељима, са највишим вредностима овог полутанта у статистички значајној корелацији са школама у приградским насељима;

У случају других сличних истраживања, доказана је повезаност близине саобраћајница и концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху у непосредној околини школе, као и у ваздуху самих учионица. Школе лоциране у близини врло прометних саобраћајница конзистентно имају повећене концентрације полутаната пореклом од мобилних извора загађења, у односу на школе које су удаљене од истих [193; 194].

Праћење показатеља термалног комфора и повезаност са вредностима измерених концентрација полутаната у ваздуху учионица

Ако се за **зону комфора** одаберу као параметри комфора температура у учионици од 18 до 23°C, релативна влажност ваздуха од 30 до 75% и заузетост простора у учионици која је $>2,2 \text{ m}^2/\text{ученик}$, може се констатовати да су све учионице у зони комфора у ОШ „Радојка Лакић”, док су у ОШ „Никола Тесла” и „Аца Милосављевић” све учионице обухваћене истраживањем ван зоне комфора. Доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији учионица (ђака) у односу на зону комфора, међу посматраним школама ($\chi^2=345,06$; $p<0,0001$).

а. Заузетост простора учионице и концентрације полутаната

Када је реч о броју деце која су боравила у учионицама у исто време док су вршена мерења показатеља термалног комфора и квалитета ваздуха затвореног простора, извршена је подела на ситуацију са $>/< 20$ ученика по учионици. Доказана је статистички значајна разлика у броју деце у учионици до и преко 20 ученика ($p=0,001$), као и у m^2 по ученику ($p=0,001$). Вредност од минимум 2,0 m^2 простора по ученику, у учионици, одређена је од стране ASHRAE [222], а која је прихваћена и од стране тима овог међународног истраживања.

У истраживању у Србији значајно је више ђака у учионицама са више од 20 ученика и са мање од 2 m^2 простора по ђаку (93,5%), а само 6,5% учионица има до 20 ученика и мање од 2 m^2 простора по ђаку. У случају учионица са више од 2 m^2 простора по ученику и са мање од 20 ђака има 40,9% ученика, док у учионици са преко 20 ђака и са више од 2 m^2 простора по ученику има 59,1% ($p=0,001$). Доказана је статистичка значајност за вредности степена заузетости простора учионица ($\text{m}^2/\text{по детету}$), за сваку школу, $\chi^2=340,70$; $p<0,0001$.

У школи бр. 1, која је лоцирана у приградском насељу руралних карактеристика (Рушањ), а у којој су истовремено све измерене вредности за **IAQ PM₁₀** изнад 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, са просечним вредностима за **PM₁₀ IAQ** од $109,16 \pm 18,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, значајно највећи број деце је изложено постојећим околинским условима у учионици са мање од 2 m^2 по детету расположивог простора. Узимајући у обзир чињеницу да у близини школе нема прометне саобраћајнице, главни разлози за добијене резултате могу бити лоше навике проветравања, као и непрописне методе чишћења простора, у којима деца бораве (учионице). Такође, до овакве повезаности података о степену заузетости простора учионица и концентрација **PM₁₀ IAQ** долази у ситуацијама постојања већег броја ученика у односу на површину просторије, чије кретање у простору узрокује појаву ресуспензије честица у ваздуху [8; 21].

У школи бр. 8, за 47,4% ученика доступно је мање од 2 m^2 простора по детету, а све измерене вредности **IAQ PM₁₀** биле су изнад 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, што указује да управо високи степен заузетости простора може бити један од разлога за повећане концентрације овог полутанта. Према неким ауторима, феномен ресуспензије је чинилац од значајног утицаја на концентрације честица у ваздуху затвореног простора, и то тако што се брзина суспендовања у ваздуху повећава са димензијама самих честица [8; 21].

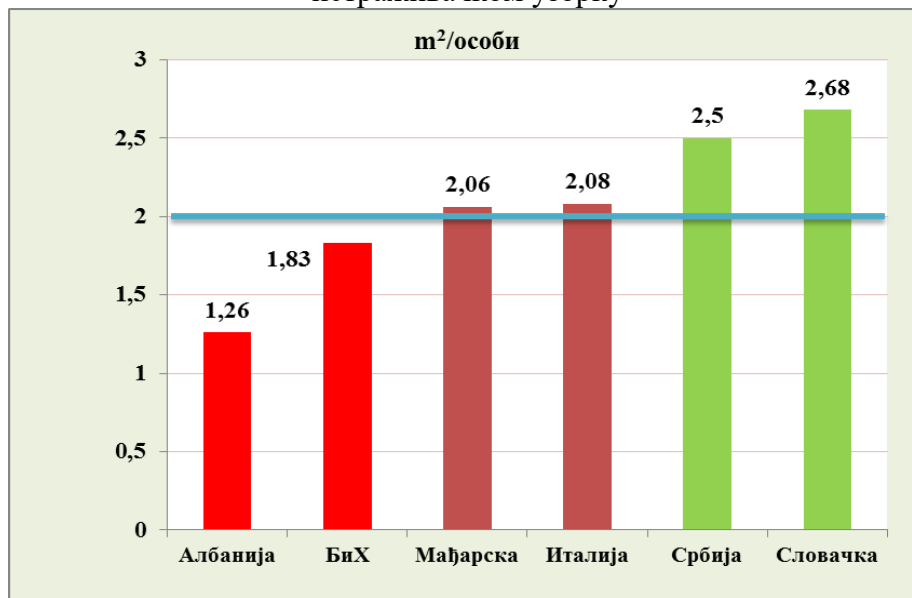
Вредна је помена школа бр. 4, у којој само 16,4% ученика борави у простору са расположивих < 2 m^2 по детету, а која је лоцирана у широј урбаној зони града. **IAQ PM₁₀** вредности биле су испод 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, са најнижим просечним вредностима концентрација овог полутаната у односу на остале школе, од $44,72 \pm 12,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Супротно претходном примеру, у школи бр. 3 100% ученика борави у простору где је по детету доступно > 2 m^2 . Школа је лоцирана у широј урбаној зони. Све измерене вредности **IAQ PM₁₀** су изнад 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Просечна концентрација **IAQ PM₁₀** износи $99,70 \pm 45,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Могући разлог за овакве вредности може бити начин чишћења учионица у тој школи, углавном метлом и коришћењем хемијских средстава за чишћење уз mop. Поменута пракса чишћења очигледно доприноси процесу ресуспензије честица у изабраним просторијама [8; 21].

Анализом укупних резултата SEARCH1 истраживања, за свих шест земаља учесница у истраживању, средња вредност броја квадратних метара доступних сваком ученику,

унутар учионице, највећи је управо у Словачкој ($2,68/m^2$ по особи) и Србији ($2,50/m^2$ по особи), што приказује и следећи графикон [215].

Графикон 88. Доступност расположивог простора по детету у укупном истраживачком узорку



У предметном београдском истраживању, доказана је статистички значајна разлика за просечне вредности PM_{10} IAQ концентрација, у корелацији са показатељима термалног комфора у учионици, $K-W=446,697$, $p<0,0001$. Средње вредности PM_{10} IAQ концентрација ниже су у учионицама са параметрима термалног комфора који одговарају критеријумима успостављеним од стране ASHRAE [222]. У школи бр. 4, средње вредности IAQ PM_{10} концентрација ниже су у учионицама са достигнутом оквирним вредностима зоне термалног комфора, са високом статистички значајном корелацијом, $Z\ test = 6,540$; $p<0,0001$, док у школи бр. 5 ($Z=0,105$, $p=0,916$) и школама бр. 8 ($Z=1,614$; $p=0,107$) и бр. 10 ($Z=0,948$; $p=0,343$) вредности PM_{10} јесу снижене, али без толико снажне статистички значајне повезаности. Статистички значајно највеће средње вредности концентрација IAQ PM_{10} утврђене су мерењима у школама „А. Милосављевић”, „С. Сремац”, „К. Абрашевић” и „Р. Лакић”, у којима нису испуњени основни критеријуми зоне термалног комфора ($p<0,001$).

У сличном истраживању у учионицама основних школа у Хонг Конгу, највећа вредност IAQ PM_{10} концентрација износила је $617\ \mu g/m^3$ (дозвољене вредности износе $180\ \mu g/m^3/24\ h$ и $55\ \mu g/m^3/година$), док је концентрација угљен-диоксида премашивала

вредности дефинисане од стране ASHRAE. Такође, са побољшањем услова вентилације вредности овог параметра су опадале, као и са смањењем броја ученика по површини простора у којима деца бораве тј. учионице [97]. У случају истраживања у Немачкој [24], у мерењима спроведеним зими, у току грејне сезоне, медијана за концентрацију IAQ CO₂ била је 1603 ppm, а за IAQ PM₁₀ медијана је износила 91,5 µg/m³. Закључак је био да повећане концентрације IAQ PM₁₀ и њихова корелација са повећањем концентрација IAQ CO₂ измерени у истом простору, указују да недовољна вентилација игра кључну улогу као узрок лошег квалитета ваздуха у просторијама, у овом случају, школа [24]. У оквиру дефинисаних показатеља термалног комфора, у случају овог истраживања као кључни индикатор издваја се заузетост простора (број особа по јединици површине), а потом следе: концентрација IAQ CO₂, релативна влажност ваздуха и температура ваздуха у учионици.

Као статистички значајни предиктори истичу се концентрација IAQ CO₂ изнад 1000 ppm и број деце у учионици већи од 20 (N>20). Тачније, вероватноћа да концентрација IAQ CO₂ буде изнад 1000 ppm је 3,6 пута већа у учионицама са више од 20 деце присутне у току праћења овог полутанта. У случају температуре ваздуха у учионицама која се креће у дефинисаним оквирима зоне термалног комфора, статистички значајан предиктор је заузетост простора учионице, тј. површина доступног простора (у m²) по детету. Заправо, вероватноћа да се температура ваздуха у учионици уклопи у дати оквир за услове термалног комфора значајно се смањује у учионицама са мање од доступних 2 m² простора по детету [222].

Када је у питању вредност релативне влажности ваздуха (%) у учионицама, статистички значајан предиктор је заузетост простора учионице, тј. површина доступног простора (у m²) по детету. Наиме, вероватноћа да вредности овог параметра буду у оквиру дефинисаних услова термалног комфора је близу 18 пута већа у учионицама у којима борави мање од 20 деце (N< 20).

б. Температура ваздуха и релативна влажност ваздуха у учионицама – веза са концентрацијама полутаната

Статистички значајан број деце из истраживања изложен је неодговарајућој средњој вредности температуре ваздуха у учионицама (74%), док њих 25,3% борави у

учионицама са средњом вредности измерене температуре ваздуха која је у складу са дефинисаним оквиром за зону термалног комфора, према ASHRAE ($p < 0,0001$). За случај релативне влажности ваздуха (РВВ), успостављена је високо статистички значајна разлика између броја деце изложене високој РВВ (%) и оних који време у школи проводе у условима оптималне РВВ ($p < 0,007$).

У предметном истраживању, успостављена је повезаност између високих вредности концентрација IAQ CO₂, PM₁₀, CO, као и високе релативне влажности ваздуха у просторијама (*Pearson* корелација). Такође, виша температура ваздуха у учионицама корелира са CO₂ изнад 1000 ppm.

Као и у нашем истраживању, и код *Pegas et al.* запажена је линеарна повезаност између IAQ CO и CO₂, и директна корелација између пораста концентрације и степена заузетости простора учионица [28].

Према истраживању у две школе у Индији, концентрације честица пречника 10 μ у ваздуху унутар учионица показују позитивну везу са процентом релативне влажности ваздуха, то јест, са падом релативне влажности, бележи се и пад IAQ PM₁₀. Такође, IAQ PM₁₀ је у негативној корелацији са температуром ваздуха и брзином струјања ваздуха. Међутим, у току трајања наставе долази до пораста честичног загађења ваздуха учионице због кретања и активности ученика, што доводи до ресуспензије већ седиментираних честица, као и закаснеле поновне седиментације истих [21].

в. Практиковање проветравања учионица, динамика размене ваздуха из спољашњег простора и концентрације PM₁₀ и CO₂ у учионицама

Све школе које су учествовале у истраживању свеж ваздух од споља добијају искључиво путем природне вентилације, отварањем врата и прозора учионица и других просторија. У оквиру Упитника за учионице постављена су питања везано за динамику проветравања учионица у току радног дана (сваки дан/ два-три пута на дан/ отварање прозора зими). Навика отварања прозора ради проветравања статистички је значајно повезана са концентрацијом CO₂ у учионицама > 1000 ppm ($p < 0,0001$).

У укупном узорку SEARCH1 истраживања 70% учионица је проветравано на сваком одмору, отварањем прозора учионице. Њих 30% проветравано је значајно ређе. Као последица такве динамике проветравања, типични IAQ полутанти, попут CO₂ и формалдехида измерени су у значајно вишим концентрацијама (за 61%, то јест 165% вишим) у слабо проветреним учионицама [215].

Према ASHRAE Standard (2007), оптимални распон вредности VR у школској средини креће се у распону од 6,7 до 7,4 l/s по особи, што је помак у односу на претходне верзије, када се за прихватљивим сматрао распон од 3 до 8 l/s по особи [222]. Из прегледа литературе запажа се да је опште прихваћена као пожељна вредност VR од 8 l/s по особи [19].

Средња вредност VR у укупном узорку свих 10 школа износила је 8,28 l/s по особи, са распонем средњих вредности од 4,55 l/s по особи (ОШ „Коста Абрашевић”) до 12,64 l/s по особи (ОШ „Стеван Сремац”). Појединачне вредности кретале су се у распону од минималних 0,30 l/s по особи (ОШ „И. Г. Ковачић”) до максималних 25,13 l/s по особи (ОШ „Скадарлија”, ОШ „Иван Гундулић”).

Статистички значајно је више ученика у учионицама у којима је вредност VR у распону од 3 до 8 l/s по особи ($p < 0,0001$), а такође је доказана значајна повезаност у висини просечних вредности VR у односу на интервале ($p < 0,0001$). Анализом вредности VR у школској средини доказана је статистички значајна разлика у школама са толерантним вредностима од 3 до 8 l/s/особи, у односу на пожељне вредности VR од ≥ 8 l/s/особи. У ОШ „Иван Горан Ковачић” у учионицама окренутим улици је значајно више деце у вредносној групи са VR од 3 до 8 l/s по особи, него у учионицама окренутим школском дворишту ($p \leq 0,05$), док у случају ОШ „Скадарлија” статистичка значајност за исте корелиране параметре износи $p \leq 0,01$.

Прозори се користе као вид контроле квалитета ваздуха учионица, у школама са природном вентилацијом. У таквим учионицама које су окренуте улици, због континуирано присутне буке прозори су чешће затворени, што може компромитовати процес проветравања и смањити вредности VR. Међутим, прозори углавном остају затворени и након изласка ученика, што може допринети нагомилавању IAQ PM, нарочито у оним школама у којима се чишћење обавља увече.

У међународном пројекту SINFONIE (*Schools Indoor Pollution & Health Observatory Network in Europe*), спроведеном 2010–2012. године, земље учеснице подељене су у четири кластера, пре свега због различитих климатских карактеристика, примене различитих грађевинских стандарда при зидању школа, као и навика у толерисању одређених микроклиматских услова, који из тога проистичу: Северна Европа, Западна Европа, Средња и Источна Европа (заједно) и Јужна Европа [237]. Са аспекта вредности VR и концентрација CO₂ у кластерима Северна Европа и Западна Европа, највећи број школа био је са концентрацијама CO₂ испод 1000 ppm у односу на укупни узорак. С друге стране, у кластерима Централне-Источне Европе (где спада Србија) и Јужне Европе, имају највећи проценат учионица са вредностима CO₂ изнад 1500 ppm.

У случају VR, у 86% случајева вредности су ниже од препоручених 4 l/s по особи. Средње вредности VR за кластер земаља Северне Европе су најприближније поменутом оптимуму (3,39%; у распону 0,35–11,20 l/s по особи), док су средње вредности у остала три кластера земаља далеко испод здравствено прихватљивих вредности: Западна Европа 0,87 l/s по особи; Централна-Источна Европа 1,82 l/s по особи и Југ Европе 1,42 l/s по особи. У свим кластерима који су учествовали у истраживању доказана је статистички значајна повезаност између концентрација IAQ CO₂ и вредности VR: више вредности VR корелирају са нижим концентрацијама CO₂ [237].

Уколико поредимо резултате из нашег истраживања у београдским школама, уочава се да је добијена средња вредност од 8,28 l/s по особи, са распонем од 4,55 l/s до 12,64 l/s по особи, значајно повољнији параметар термалног комфора од 1,82 l/s по особи за цео кластер Централна-Источна Европа (Пољска, Словачка, Република Чешка, Мађарска, Румунија, Бугарска, Србија, БиХ), којем иначе Србија припада.

Услови термалног комфора, вентилираност и респираторни симптоми

Статус проветрености (вентилираности) простора може се сматрати сурогатом за IAQ концентрације полутаната, при чему се при оптималним условима вентилације могу постићи минималне концентрације штетних загађујућих материја. Више вредности VR повезују се са бољим респираторним здрављем. Овај параметар је, у редовном смислу,

ретко праћен у школском окружењу, и поред чињенице да се неадекватна вентилација може сматрати битним предусловом за каснији развој регистрованих респираторних симптома [223].

У истраживању у београдским школама утврђена је статистички значајна повезаност између *кашља икад* и *кашља дању/ноћу у јесен/зиму* и високих вредности IAQ PM₁₀, као и за PM₁₀ IAQ /OAQ ratio, што значи да је *кашаљ икад* чешћи у условима када је IAQ PM₁₀ већа од вредности у амбијенталном ваздуху ($p < 0,001$), а PM₁₀ IAQ /OAQ ratio $> 1,0$ ($p < 0,017$). *Кашаљ дању/ноћу у јесен/зиму* корелира са вредностима VR ($p < 0,035$). Повишена температура ваздуха у учионицама статистички је значајно повезана са појавом *кашља икад* ($p < 0,01$). *Продуктивни кашаљ* у значајној је корелацији са повишеном температуром ваздуха у учионици ($p < 0,038$), PVB ($p < 0,025$), IAQ PM₁₀ ($p < 0,001$), као и са сниженим вредностима VR ($p < 0,050$). Није успостављена статистички значајна повезаност између *јутарњег кашља у јесен/зиму* са измереним вредностима температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха, VR и IAQ PM₁₀.

Доказана је статистички значајна корелација између *визинг икад* и повишене температуре ваздуха у учионици ($p < 0,026$) и IAQ PM₁₀ ($p < 0,017$). *Визинг након физичке активности* је статистички значајно повезан са IAQ PM₁₀ концентрацијама у распону 50–80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p < 0,042$), док је *суви кашаљ у последњих 12 месеци* у статистички значајној корелацији са повишеним вредностима IAQ PM₁₀ ($p < 0,012$), као континуираним обележјем. *Визинг у последњих 12 месеци* статистички значајно корелира са повећаним вредностима IAQ PM₁₀ концентрација ($p < 0,019$). Ниске вредности VR у корелацији су са појавом *кашља дању/ноћу у јесен/зиму*, као и са појавом *продуктивног кашља*.

У укупном узорку SEARCH1 истраживања, ако се анализира утицај лоше вентилираних учионица на појаву респираторних симптома код изложених ученика, констатована је високо статистички значајна повезаност са појавом: *свих бронхитичних симптома* ($p < 0,001$); *кашаљ дању/ноћу* ($p < 0,01$); *продуктивни кашаљ* ($p < 0,001$); *визинг икада* и *визинг у последњих 12 месеци* ($p < 0,001$); *суви ноћни кашаљ* ($p < 0,001$). Диференцијацијом ових симптома и корелације са лошим условима проветрености учионица, према земљама из истраживања, ситуација је следећа: када је у питању појава било ког бронхитичног симптома у лоше проветреним учионицама, статистички значајна корелација доказана је у Италији ($p > 0,003$) и Албанији ($p < 0,02$); за регуларно

присутни кашаљ дању/ноћи у Италији ($p < 0,003$); за хронични продуктивни кашаљ у Албанији ($p < 0,004$); визинг у последња 3 месеца у Италији и Словачкој (0,0000).

У HESE студији, у којој је праћена појава визинга, сувог кашља ноћу и ринитиса, сви поремећаји су имали већу преваленцију код деце која похађају наставу у лоше вентилираним учионицама. На пример, деца изложена повећаном присуству IAQ CO₂ (>1000 ppm) имају значајно већи ризик за суви кашаљ. Код ученика који су истовремено били изложени повећаним концентрацијама и IAQ PM₁₀ и CO₂, забележена је повећана преваленца за све поремећаје, у односу на децу која бораве у учионицама са нижим вредностима та два параметра у ваздуху. Преваленца сувог кашља била је у статистички значајном паду упоредо са падом концентрација IAQ PM₁₀ и CO₂ [12].

У једном другом истраживању, напади визинга код деце са дијагностикованом астмом повезани су са повећаном концентрацијом IAQ CO₂, док иста није доказана у случају повећаних IAQ концентрација других полутаната, попут CO, NO₂, формалдехида и неких алергена. Овако успостављене корелације сугеришу да се IAQ CO₂ концентрације могу сматрати апроксимативним сурогатом за IAQ концентрације других полутаната и других чинилаца од утицаја на респираторно здравље деце у затвореном простору, с обзиром на то да су IAQ CO₂ концентрације уско повезане са условима вентилације датог простора. Другим речима, деца која и живе у домаћинствима са измереним високим концентрацијама CO₂, могу у значајној мери бити изложена штетном утицају других присутних полутаната, из разлога инсуфицијентне вентилације у кућном окружењу [238].

Кроз ово тумачење утицаја присутних полутаната на респираторно здравље деце могуће је анализирати и резултате београдског истраживања, с обзиром да је најснажнија корелација доказана у присуству повећаног честичног загађења у учионицама са лошим навикама проветравања простора.

УТИЦАЈ СОЦИО-ЕКОНОМСКОГ СТАТУСА И НАВИКА РОДИТЕЉА НА ПОЈАВУ РЕСПИРАТОРНИХ СМЕТЊИ КОД ДЕЦЕ

Овај део Дискусије биће анализиран у оквиру две посебне целине, од којих се прва односи на социо-економске показатеље породице детета (степен образовања родитеља, чешће респираторне инфекције до навршене друге године живота), док друга представља анализу утицаја навика родитеља, пре свега пушења цигарета и последичног излагања деце дуванском диму, на појаву респираторних симптома код анкетираних школске деце.

Корелација социо-економских показатеља и појаве респираторних симптома код ученика

Неједнакости у погледу доступности здравственим услугама и изгледима за добро здравље свих, представља велики јавноздравствени проблем. Мала деца, жене нижег образовања у сиромашнијим домаћинствима, изложена су значајно већем степену загађења (четири пута) у односу на одрасле мушкарце у богатијим домаћинствима, вођеним од стране жена са вишим степеном образовања [2].

У оквиру београдског дела SEARCH1 истраживања, анализом повезаности респираторних сметњи код деце и степена едукације мајке и оца, тестирањем разлика у дистрибуцији учешћа, доказана је статистички значајна разлика у дистрибуцији респираторних сметњи у односу на степен едукације мајке код појаве: *кашаљ иначе, кашаљ ујутру (јесен/зима)*, као и код *кашаљ дању или ноћу (јесен/зима)*. Учешће мајки са незавршеном школом, чија деца имају респираторне сметње кашља износи од 30 до 60%, док је учешће очева са незавршеном школом чија деца имају респираторне сметње (*кашаљ иначе, ујутру, у трајању од најмање 3 месеца*) износи од 16 до 50%.

Другим речима, респираторни симптоми су статистички значајно чешћи код деце мајки са нижим степеном образовања ($p < 0,015$), док код очева, у односу на степен едукације и појаву респираторних симптома код деце нема оваквог закључка ($p = 0,247$). Такође, респираторни симптоми су чешћи код деце запослених родитеља: очеви 43,5%/мајке 42,9%; код деце незапослених родитеља тај проценат износи приближно 39%.

Ако овим резултатима дамо ширу слику, могуће је закључити следеће:

- Бронхитични симптоми ученика су у статистички значајној корелацији са: чешћим плућним инфекцијама деце до навршене друге године живота, густином саобраћаја у месту живљења, типом куће, већим бројем дневно попушених цигарета, нижим степеном образовања мајке и оца, као и са примањем социјалне помоћи.
- Астматични симптоми су у статистички значајној корелацији са чешћим плућним инфекцијама до навршене друге године живота, изложеношћу дуванском диму у кући и већим бројем цигарета које родитељи дневно попуше, као и нижим степеном образовања оца.
- Остале респираторне сметње су у статистички значајној корелацији са чешћим плућним инфекцијама до навршене друге године живота, изложеношћу дуванском диму у кући, већем броју дневно попушених цигарета, и нижим степеном образовања оба родитеља.

У 13 земаља Источне Европе (Бугарска, Пољска, Руска Федерација, Мађарска, Чешка Република, Словачка), Западне Европе (Немачка, Италија, Швајцарска, Холандија) и Северне Америке (САД, Канада) спроведена је анализа утицаја образовног статуса родитеља на појаву респираторне симптоматологије деце школског узраста (*PATY Study; Pollution and the Young Study*) [239]. Ризик за појаву *визинга* у *последњих 12 месеци* се повећава упоредо са снижењем степена едукације родитеља у свим Источно-европским земљама из истраживања, осим у случају географске Источне Немачке (територија бивше Демократске Републике Немачке) и Аустрије, што није случај и у осталим земљама западне хемисфере које су учествовале у истраживању, попут Италије, Холандије, Швајцарске, САД и Канаде. Из раније спроведеног истраживања повезаности респираторних и алергијских симптома код деце са степеном едукације родитеља, у Источној Немачкој, нотирана је учесталија појава екцема, алергијског ринитиса и дијагностиковане алергије, код деце високо образованих родитеља, без обзира на мале разлике у примањима [240]. Низак степен образовања родитеља повезан је са нижом преваленцом реакције на инхалационе алергене код деце узраста 6–12 година у Источној Европи, Западној Европи и Северној Америци. Даље, низак степен родитељског образовања повезан је са повећаном преваленцом *визинга* и ноћне појаве сувог кашља, и то, углавном, код деце из Источне Европе. Није успостављена јасна корелација између степена едукације родитеља и појаве астме [239].

Селективно низак степен пријављивања симптома или смањена доступност системској здравственој заштити, који иду упоредо са ниским социо-економским статусом (СЕС), могли би објаснити пад преваленце бронхитиса у овим популацио-ним групама. Озбиљношћу клиничке слике респираторног обољења, могла би се, делом, објаснити појава повећане преваленце бронхитиса код деце родитеља са вишим степеном образовања у другим земљама. Заправо, могуће је да образованији родитељи прихватају здравствене савете и у случају обољења са блажом клиничком сликом, за разлику од родитеља са нижим образовним статусом, који лекарске савете прихватају и примењују тек у тежим манифестним облицима обољења. Такође, особе са нижим СЕС чешће живе у загађеном окружењу и/или су подложнији штетном дејству аерозагађења услед компромитованог општег здравственог статуса пратећом материјалном бедом и психо-социјалним стресом [241].

Корелација изложености дуванском диму услед навике пушења родитеља и појаве респираторних симптома код испитиване деце

Присуство дуванског дима у домаћинству

У предметном истраживању, униваријантном логистичком регресионом анализом доказано је да је изложеност дуванском диму статистички значајан предиктор за појаву респираторних симптома. У овој студији, вероватноћа да се код деце, која су у свом домаћинству изложена дуванском диму, манифестује било који од респираторних симптома на списку у Упитнику је за 40% већа него код деце која нису изложена овом полутанту у кући.

За боље разумевање повезаности између пасивног пушења и појаве респираторних симптома, неопходно је познавати и постојеће придружене факторе. У свом истраживању, *Oberg et al.* истичу да је изложеност дуванском диму један од најчешћих полутаната присутних у затвореном простору [242].

Док у нашем истраживању изложеност дуванском диму од пушења оба родитеља у кући износи 56,2%, у студији из Јордана од укупно 77% родитеља који пуше, њих 61% то чини код куће [243]. Према Светској здравственој организацији, у већини земаља, више од половине деце узраста 13–15 година, изложена су дуванском диму код куће,

на основу доступних компарабилних података. За регионе Балкана и Кавказа, изложеност је у истраживању СЗО из 2009. износила преко 90% [244]. У периоду 2002–2005. године, истраживање *The Global Youth Tobacco Survey* (GYTS) спроведено је само у земљама региона Јужне Европе, Балкана и Кавказа, заједно са земљама Балтика, у којем је у Србији 97% испитиване деце било изложено дуванском диму у свом дому [245].

При поновљеном истоветном истраживању 2013. године, резултати су показали прилично побољшање, са 63,4% испитиване деце која су потврдила да су изложена дуванском диму у својој кући [246].

У истраживању које је предмет ове тезе, број цигарета које родитељи испитиване деце попуше у кући дневно креће се у распону од $7,65 \pm 11,25$ до $12,66 \pm 15,50$. Родитељи већине изложене деце пуши ≥ 6 цигарета/дан ($p < 0,0001$), док код 78% деце из истраживања бива изложено дуванском диму од родитеља који пуше до 20 цигарета/дан. Њих 22% је изложено дуванском диму од преко 21 цигарете/дан, попушених у домаћинству од стране родитеља ($p < 0,0001$).

У истраживању спроведеном у Нишу, међу школском децом, њих 69,65% је изложено дуванском диму, а већина живи у домаћинству са бар једним пушачем [247].

У швајцарској студији, на узорку од 4470 деце, њих 46,9% било је изложено дуванском диму у кући, од чега, 25,9% од пушења мајке, 20,7% оца и других чланова домаћинства и 13,2% од пушења оба родитеља. У 25,1% родитељи су пушили до 10 цигарета/дан, 13,1% од 11 до 20 цигарета/дан, а само 3,5% деце било је изложено диму од више од 20 цигарета на/дан [248].

Изложеност дуванском диму у домаћинству и респираторно здравље деце

У предметном истраживању, респираторни симптоми региструју се код 45,9% деце изложене пасивном пушењу у кућном окружењу (CI 1,04–1,89), астматични симптоми код 33,5% (CI 0,94–1,78), док је најнижа преваленца ових поремећаја пријављена у случају хроничног кашља у трајању од 3 месеца (3,3%, CI 0,44–2,36), визинга након

физичке активности (4,5%, CI 0,38–1,41), као и за случај буђења услед визинга у последњих 12 месеци (7,4%, CI 0,89–3,28).

Анализом сензитивности и специфичности, закључено је да се изложеност диму од већег броја цигарета/дан може повезати са појавом респираторних симптома код испитиване деце, статистички значајно. У случају изложености мањој од 2 цигарете/дан, сензитивност за појаву респираторних сметњи је 60%, а специфичност 47,9%; за >6 цигарета/дан, сензитивност је 50,5%, а специфичност 58,5%; за >10 цигарета/дан, сензитивност пада испод 35%, док за више од 15/дан тај пад иде и испод 27%, а специфичност расте до 80%. У случају изложености деце диму од попушених више од 20 цигарета/дан специфичност расте изнад 88% за појаву респираторних симптома.

У поменутом швајцарском истраживању, деца изложена дуванском диму од попушених више од 20 цигарета/дан су имала 76% вероватноће за манифестовање хроничног кашља и 71% вероватноће за појаву визинга након физичке активности [247]. Код *Strachan & Carey*, фреквентност појаве визинга била је већа код деце чије су мајке пушиле > 10 цигарета на дан [249]. У истраживању у Португалу доказана је позитивна корелација између изложености деце дуванском диму и појаве респираторних симптома (кашаљ и визинг), али не и са појавом астме [250]. У сложеној РАТУ (*Pollution And The Young*) студији, коју је чинило 12 независних студија пресека, на укупно 53.879 деце, успостављена је статистички значајна корелација између пушења родитеља и појаве визинга, астме, бронхитиса и ноћног кашља, са издвојеним независним учинком пренаталне и постнаталне изложености за већину асоцијација [251]. У нашем истраживању код 2/3 деце, код којих су регистровани респираторни симптоми, а чије су мајке пушачи, оне нису прекидале са навиком пушења у трудноћи, што добија на значајној тежини у светлу резултата поменутог свеобухватног истраживања.

Као закључак студије спроведене у САД (Калифорнија), процењено је да би елиминација пренаталне изложености дувану престанком мајчиног пушења, превенирала 5–15% случајева астме код деце [252]. Ако такве закључке рефлектујемо на наше истраживање, претпоставка је да би побољшање респираторног здравља на тај начин изложене деце било значајно.

СПИРОМЕТРИЈА

Анализа резултата спирографије у односу на активне и пасивне карактеристике учионице

За поређење резултата спирографије са испитиваним активним и пасивним карактеристикама учионице, коришћене су вредности FEV₁, FVC и однос FEV₁/FVC.

Активне карактеристике учионице и вредности спирографије

А) Концентрације полутаната у ваздуху унутар учионица (IAQ)

Повишене вредности FEV₁ и FVC могу да доведу до статистички значајну корелацију са следећим вредностима полутаната у ваздуху учионица:

- Ниже вредности IAQ PM₁₀
- Ниже интервалне вредности IAQ PM₁₀ (< 50 µg/m³)
- Ниже интервалне вредности IAQ NO₂ (< 40 µg/m³)
- Ниже интервалне вредности IAQ бензена.

У случају повишених вредности количника FEV₁/FVC, оне се доводе до статистички значајну корелацију са снижењем IAQ/OAQ ratio (< 1,0).

Вредности интервала зоне термалног комфора (C°=18–23, RVV 30–75% и >2,2 m²/ученик) ван зоне комфора су у значајној корелацији са нижим вредностима FEV₁ и са FVC, као и односа FEV₁/FVC.

Ниже вредности интервала VR од 3 до 8 l/s/особи су у значајној корелацији са вишим вредностима FEV₁/FVC, док је однос FEV₁/FVC у обрнутој корелацији са интервала-лима NO₂, незначајној.

Корелација појаве респираторних сметњи је везана са нижим вредностима односа FEV₁/FVC и вишим вредностима IAQ PM₁₀.

Б) Концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху испред учионица

Статистички значајна корелација између повишених вредности за FEV₁ и FVC и измерених концентрација полутаната у амбијенталном ваздуху испред учионица доказана је у случају:

- Ниже концентрације NO₂
- Ниже концентрације полутаната показатеља саобраћајног загађења ваздуха, попут бензена, формалдехида и угљен-моноксида
- Ниже концентрације OAQ PM₁₀
- Ниже релативне влажности ваздуха.

Пасивне карактеристике учионице и вредности спирометрије

Више вредности показатеља плућне функције испитиване деце (FEV₁ и FVC), статистички су значајно повезане са:

- < 20 ученика похађа наставу у испитиваној учионици
- Више доступног простора по ученику (>2 m²/ученику у учионици)
- Редовно проветравање учионица
- Чишћење учионице само mopом, без употребе агресивног хемијског средства за чишћење
- Школа изграђена пре мање од 50 година
- Зидне облоге од дрвених плоча (лампериде), као и бојене водоотпорном бојом.

Ниже вредности показатеља плућне функције испитиване деце (FEV₁ и FVC), статистички су значајно повезане са:

- Чишћењем учионица само метлом; комбиновано mopом и агресивним хемијским средством за чишћење; комбиновано метлом и mopом и хемијским средством
- Навика пушења код наставног особља
- Лоши услови вентилације (незадовољавајућа проветреност)
- Близина термоелектране и депоније отпада, у односу на локацију школе.

Свеобухватном анализом резултата из појединачних земаља учесница у SEARCH1 пројекту, корелацијом активних и пасивних карактеристика учионице, као и појаве респираторних симптома деце, добијени су следећи резултати, од значаја за истраживање:

- Ниже вредности FEV₁ у значајној су корелацији са IAQ PM₁₀ > 80 µg/m³, што је у складу са чињеницом да је код деце изложене тим концентрацијама чешћа појава кашља дању/ноћу (p < 0,05);
- Ниже вредности FEV₁ код деце чије су школе лоциране у близини стационарног извора индустријског загађења;
- Ниже вредности FEV₁ код деце која бораве у учионицама са пластичним подним облогама (ламинат, линолеум) [215].

Резултати спирометрије у односу на изложеност дуванском диму пореклом од навике пушења родитеља

Наше истраживање (прилог 2) доказало је статистички значајну корелацију између вредности количника FEV₁/FVC код деце чија је мајка пушила у трудноћи (p < 0,015), изложености дуванском диму у кући (p < 0,003) и броја цигарета/дан које попуше родитељи испитиване деце (p < 0,000).

У једном броју студија нотирани су ниже вредности FEV₁ код деце чија оба родитеља пуше, у поређењу са децом са само једним родитељем пушачем, или само мајком. Међутим, овакав резултат може бити резултат и само изразитих пушачких навика мајке. Студије које пореде ефекте, како мајчиног тако и очевог пушења, скоро све указују на чињеницу да пушење мајке значајније утиче на респираторно здравље деце, и ни у једној није доказана статистичка значајност у утичку пушења оца [253].

6. ЗАКЉУЧЦИ

1. Истраживање је показало да постоји повезаност активних и пасивних карактеристика учионица.

- **Окренутост испитиване учионице ка улици**, статистички је значајно повезана са IAQ концентрацијама NO₂, бензена, етил-бензена, CO, CO₂, док је окренутост исте ка школском дворишту повезано са односом IAQ/OAQ PM₁₀ >1,0.
- **Начин чишћења учионица** статистички је значајно повезан са IAQ концентрацијама NO₂, бензена, толуена, етил-бензена, ксилена, формалдехида, CO, PM₁₀, и то нарочито у случају коришћења комбиноване методе чишћења mopом са хемикалијама, са вредностима IAQ толуен, ксиленом и формалдехидом.
- **Пластичне подне облоге** (ламинат, линолеум) у учионицама, статистички су значајно повезане са са IAQ концентрацијама NO₂, етил-бензена, CO, CO₂, PM₁₀.
- **Кречење учионица у последње две године** значајно је статистички повезано са IAQ концентрацијама NO₂ и формалдехида, док је кречење зидова са водоотпорном бојом повезано са IAQ концентрацијама NO₂, бензена, етил-бензена, CO, CO₂, PM₁₀.
- **Неотварање прозора учионице зими** значајно је статистички повезано са IAQ концентрацијама NO₂, бензена, етил-бензена, CO, CO₂.
- На IAQ концентрације полутаната статистички значајно утиче **доба дана у ком се спроводи чишћење учионица**. Чишћење на крају поподневне школске смене је статистички значајно повезано са IAQ концентрацијама бензена, формалдехида, CO, CO₂, PM₁₀, док је чишћење пре почетка јутарње наставе статистички значајно повезано са концентрацијама толуена и ксилена у ваздуху учионица.
- Учесталост чишћења простора (једном дневно) у којем бораве деца статистички је значајно повезана са IAQ концентрацијама толуена, формалдехида, CO, CO₂.

2. Истраживањем је утврђен утицај пасивних карактеристика учионица на појаву респираторних сметњи код ученика.

- Већа заузетост простора учионице, то јест, мање расположивог простора по ученику (< 2 m² по ученику), као и луфтирање учионице, отварање прозора у зимском периоду, су у статистички значајној корелацији са појавом астматичних, бронхијалних и осталих респираторних сметњи код деце.

- Чишћење учионице метлом статистички је значајно повезано са појавом бронхијалних респираторних поремећаја, као и широког спектра осталих респираторних поремећаја, нотираних упитником.
- Предикторски значај на **респираторне сметње** имају: мање расположивог простора по ученику ($< 2 \text{ m}^2$ по ученику) које повећава вероватноћу њихове појаве за 45%; отварање прозора, које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 65%, као и проветравање учионице зими које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 31%.

3. Истраживањем је утврђен утицај социо-економског статуса и стила живота на појаву респираторних сметњи и резултат спирометрије ученика.

- Респираторне сметње испољавају се код деце изложене дуванском диму статистички значајно чешће у односу на децу која нису изложене дуванском диму ($p \leq 0,026$).
- Предиктори за појаву респираторних сметњи су: пасивно пушење у домаћинству, које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 40% ($OR=1,401$); нижи степен едукације мајке ($OR=0,860$) и оца ($OR=0,851$).
- Анализом резултата спирометрије у односу на социо-економски статус, доказана је корелација између више оцене психичког здравља детета са вишим FVC, као и да је навика пушења мајке у трудноћи у статистички значајној корелацији са вредности односа FEV₁/FVC.
- Више вредности FVC и FEV₁ у корелацији су са бољим условима становања. Такође је доказана и значајна повезаност нижих вредности FEV₁/FVC са становањем у неусловнијим становима (нехигијенска насеља, станови са високим процентом влаге).
- Изложеност дуванском диму у кући и већи број попушених цигарета на дан су у корелацији са нижим вредностима FEV₁/FVC.
- Испитивањем повезаности социо-економских карактеристика и вредности спирометрије закључено је на нашем узорку да су се више образовање оба родитеља издвојили као статистички високозначајни предиктори за више измерене вредности FVC ($p < 0,001$), као и FEV₁ ($p < 0,001$), код деце обухваћене анкетом, али не и за вредности FEV₁/FVC код испитиване деце.

4. Истраживање је показало да постоји повезаност показатеља квалитета амбијенталног ваздуха са квалитетом ваздуха затвореног простора учионица.

- Доказана је висока сигнификантност између измерених вредности за IAQ и измерених вредности за OAQ за сваки полутант, осим за толуен ($p < 0,0001$) у укупном узорку.
- У учионицама на било којој локацији доказана је директна статистички значајна корелација међу IAQ/OAQ параметрима за бензен, CO и PM₁₀ ($p \leq 0,0001$), док је у насељима у широј градској зони и у строгом центру доказана статистички значајна корелација између IAQ/OAQ за формалдехид ($p \leq 0,0001$).

5. Истраживање је показало да постоји повезаност квалитета ваздуха затвореног простора учионице и појаве респираторних сметњи.

- **Симптоми бронхитиса и астматични симптоми** су у статистички значајној корелацији са повишеним вредностима IAQ формалдехида ($p < 0,002$; $p < 0,034$), нижом вредношћу VR у односу на прописане ($p < 0,047$), вишом температуром ваздуха учионице ($p < 0,009$; $p < 0,021$), неадекватним елементима зоне термалног комфора у учионици ($p < 0,0001$; $p < 0,002$), повишеним концентрацијама IAQ PM₁₀ ($p < 0,014$; $p < 0,049$), изнад 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Слични степен статистички значајне повезаности успостављен је и за **остале респираторне сметње** и њихов однос са: повишеним IAQ концентрацијама формалдехида ($p < 0,043$), вишом IAQ температуром ваздуха ($p < 0,030$), неадекватним елементима зоне термалног комфора у учионици ($p < 0,009$), концентрацијама IAQ PM₁₀ > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p < 0,044$).
- Када се у мултиваријантни регресиони модел издвоје особине учионице као што су проветреност, температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, као и IAQ PM₁₀ концентрација и однос двају концентрација PM₁₀ (исказан као PM₁₀ I/O ratio), издвајају се: виша температура ваздуха у учионици као предиктор за *кашаљ иначе* и за *визинг икада*, као и за *продуктиван кашаљ*; IAQ PM₁₀ која је предиктор је за *кашаљ иначе*, *кашаљ ујутру (јесен/зима)*, *кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)*, као и за *визинг у последњих 12 месеци*; PM₁₀ I/O ratio је предиктор за *кашаљ иначе*, као и за *кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)* (OR=1,588) за PM₁₀ I/O ratio $\geq 1,0$, као и за *кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима)* (OR=1,277) за PM₁₀ I/O ratio < 1,0, а релативна влажност ваздуха у учионици је предиктор за *кашаљ иначе*. Низак степен проветрености је предиктор за *кашаљ ујутру (јесен/зима)*, као и за *продуктивни*

кашаљ, а измерена висока влажност ваздуха (%) је предиктор за *продуктивни кашаљ*.

6. Истраживањем је потврђена повезаност између броја ученика присутних у учионици и показатеља термалног комфора: температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, концентрација CO₂.

- Корелација вредности VR и броја ученика по m² простора дала је сигнификантности: више вредности степена проветрености учионице ($VR \geq 8$ l/s по особи) у учионици у значајној је корелацији са окренутошћу учионице ка дворишту, мање од 20 ученика у учионици, мање од 2 особе по m², односно ≥ 2 m²/по особи. Високе вредности VR односно $VR \geq 8$ l/s/особи су у статистички значајној корелацији са учионицама у којима борави мање од 20 ученика и када је на располагању преко 2 m² простора по детету.
- Високе IAQ CO₂ > 1000 ppm, као и концентрације CO измерене у току наставе, у корелацији су са степеном заузетости простора < 2 m² по ученику, (p < 0,001).
- IAQ температура и релативна влажност ваздуха је у корелацији са бројем деце, m² расположивог простора по ученику.
- Више вредности IAQ PM₁₀, као и IAQ PM₁₀ > 50 µg/m³ су у статистички значајној корелацији са већим бројем ученика присутних у учионици, већим бројем особа по m², односно < 2 m²/по особи.

7. Истраживањем је утврђена повезаност активних и пасивних карактеристика учионице са резултатима спирометрије код ученика.

- Испитивањем повезаности активних особина учионице и утицаја на висину вредности FEV₁ као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се: утицај вредности OAQ NO₂ на вредности FEV₁ (p < 0,001), као и утицај вредности интервала формалдехида (до и преко 100 µg/m³), (p < 0,015), утицај степена проветрености (VR у интерв аlima до и преко 8 l/s/по особи) (p < 0,006), релативна влажност ваздуха у учионици (p < 0,0001).
- Анализом активних особина учионице на висину вредности FEV₁/FVC као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се следеће вредности активних особина учионице и то: вредности интервала IAQ PM₁₀ (до и преко 50 µg/m³) на вредности FEV₁/FVC (p < 0,030).
- Анализом пасивних особина учионице на висину вредности FEV₁ као зависне варијабле, као предиктори издвојили су се: утицај броја деце преко 20 у учионици

на ниже вредности FEV₁ (p<0,001), подне облоге учионица на вредности FEV₁ (теписи и итисони предиктор су за више вредности FEV₁; p<0,0001), зидне облоге учионице – бела боја (p<0,0001), као и средство којим се чисти учионица (p<0,014), начин чишћења: влажне методе чишћења/прања подова повезују се са вишим вредностима FEV₁ (p<0,009), и густина оближњег саобраћаја (p<0,006), као и близина јавних депонија предиктори су за FEV₁ (p<0,0001).

- Анализом утицаја пасивних особина учионице на висину вредности количника FEV₁/FVC као зависне варијабле, као могући предиктори издвојили су се: за ниже вредности FEV₁/FVC утицај врши број деце у учионицу преко 20 (p<0,048). Доказан је утицај подне облоге учионица на вредности FEV₁/FVC (p<0,030). Други предиктори за више вредности FEV₁/FVC су врста зидне облоге учионице - дрво и тапет (p<0,0001), начин чишћења учионица (p<0,032), чешћа фреквентност чишћења (два пута дневно) (p<0,014), густина оближњег саобраћаја (p<0,015), као и пушење наставника (p<0,049).

8. Истраживањем су утврђени предиктори за појаву респираторних сметњи код ученика.

Анализом утицаја IAQ (концентрације полутаната - континуирана обележја), могу се издвојити следећи праћени параметри, као униваријантни предиктори за појаву одређених респираторних сметњи

- Нижа вредност **IAQ NO₂** издваја се, као униваријантни предиктор, у случају *кашља икада, кашља ујутро (у јесен/зиму), продуктивног кашља.*
- Повишена вредност за **IAQ бензен (> 5 µg/m³)**, представља предиктор у случају *кашља иначе, визинга икада, визинга након физичке активности и буђења услед визинга.* С друге стране, снижена концентрација IAQ бензена, издваја се као предиктор у случају *кашља дању и ноћу и продуктивног кашља.*
- Што се IAQ концентрација **етил-бензена** тиче, његове високе концентрације су предиктор за појаву *кашља икада*, док су ниске вредности истог параметра униваријантни предиктор за појаву *кашља ујутро (у јесен/зиму), кашља дању и ноћу, продуктивног кашља, буђења услед визинга, и сувог кашља у трајању од 12 месеци.*
- Више концентрације **IAQ формалдехида**, издвајају се као предиктори за појаву *кашља иначе, кашља дању и ноћу и продуктивног кашља.*

- Концентрације IAQ PM₁₀ (> 50 µg/m³ и > 80 µg/m³) издвајају се као предиктори за *кашаљ икада, кашаљ дању и ноћу, продуктивни кашаљ*.
- Анализом **показатеља термалног комфора** у учионици у односу на **појединачне сметње** код ученика, доказано је да је виша температура ваздуха у учионици предиктор за *кашаљ икада* и за *визинг икада*, као и за *продуктиван кашаљ*, као и да је концентрација PM₁₀ предиктор за *кашаљ икада, кашаљ ујутру (јесен/зима), кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)*, као и за *визинг у последњих 12 месеци*.
- PM₁₀ I/O ratio је предиктор за *кашаљ икада*, као и за *кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)* (OR=1,588) за PM₁₀ I/O ratio ≥ 1,0, као и за *кашаљ непрекидно 3 месеца (јесен/зима)* (OR=1,277) за PM₁₀ I/O ratio < 1,0.
- Релативна влажност ваздуха у учионици је предиктор за *кашаљ иначе*, док је низак степен проветрености предиктор за *кашаљ ујутру (јесен/зима)*, као и за *продуктивни кашаљ*, а висока влажност ваздуха (%) је предиктор за *продуктивни кашаљ*.
- Анализом утицаја **социо-економских карактеристика** као униваријантни предиктори за појаву респираторних сметњи су се издвојили пасивно пушење у домаћинству (родитељском дому) које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 40% (OR=1,401); нижи степен едукације мајке (OR=0,860) и оца (OR=0,851); < 2 m² простора по ученику у учионици, која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за преко 45% (OR=0,602). Од пасивних карактеристика учионице, као предиктори су се издвојили отварање прозора која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 65% (OR=1,649). Као предиктори су се издвојили, осим учесталости отварања прозора и проветравање учионице зими које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 31% (OR=1,307), као и вечерње чишћење (обавља се у току и крајем поподневне наставе) повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 38% (OR=1,380), као и чишћење метлом, које повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 57% (OR=1,572).
- Учионице са новим прозорима, као и реконструисане учионице су предиктори за мање респираторних сметњи, (OR=0,688), као и школе на подручјима са саобраћајем средњег и јачег интензитета (не отварају прозоре због буке) (OR=0,814).
- Даљом анализом од издвојених пасивних карактеристика учионице у комбинацији са пушењем родитеља, односно изложеношћу дуванском диму који су били

униваријантни предиктори, као предиктори у мултиваријантној анализи су се издвојили изложеност дуванском диму која повећава вероватноћу појаве респираторних сметњи за 65% (OR=1,65), као и реконструисане учионице које су предиктор за мање респираторних сметњи (OR=0,571).

7. ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization. The World Health Report 2002; Reducing Risks, Promoting Healthy Life, World Health Organization 2002, Geneva, Switzerland
2. Dasgupta, S., Huq, M., Khaliqzaman, M., Pandey, K. and Wheeler, D. Who suffers from indoor air pollution? Evidence from Bangladesh. *Health Policy Plan.* 2006; 21(6): 444-58 doi:10.1093/heapol/czl027 PMID:17030552
3. Bruce, N., Perez-Padilla, R. and Albalak, R. (2000) Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bull World Health Organ.* 2000; 78(9): 1078–1092.
4. Bronsema, B., Björck, M., Carrer, P., Clausen, G., Fitzner, K., Flatheim, G., Follin, T., Haverinen, U., Jamriska, M., Kurnitski, J., Maroni, M., Mathisen, M.H., Morawska, L., Müller, B., Nathanson, T., Nevalainen, A., Olesen, B.W., Pasanen, P., Seppänen, O., Säteri, J. and Witterseh, T. (2004). Performance Criteria of Buildings for Health and Comfort, ISIAQ-CIB Task Group TG 42. CIB Number 292.
5. Junfeng Zhang, Kirk R. Smith. Indoor air pollution: a global health concern; *British Medical Bulletin* 2003; 68: 209-225. doi: 10.1093/bmb/ldg029
6. Pegas, P.N.; Evtyugina, M.G.; Alves, C.A.; Nunes, T.; Cerqueira, M.; Franchi, M. & Pio, C.A. (2010). Outdoor/Indoor air quality in primary schools in Lisbon: a preliminary study. *Química Nova*, Vol.33, No.5, pp. 1145–1149, ISSN 1678-7064 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000500027>
7. Mendell, M.J. & Heath, G. a, 2005. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor air*, 15(1): 27-52. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2004.00320.x
8. Janssen, N. A., Hoek, G., Brunekreef, B. & Harssema, H. (1999). Mass concentration and elemental composition of PM10 in classrooms. *Occup Environ Med.* 1999 Jul; 56(7): 482–487. PMID: 10757765
9. Norbäck, D., Wålander, R., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C. and Venge, P. Indoor Air Pollutants in Schools: Nasal Patency and Biomarkers in Nasal Lavage. *Allergy.* 2000 Feb; 55(2):163–70.
10. Simoni, M., Annesi-Maesano, I., Sigsgaard, T., Norback, D., Wieslander, G., Lystad, W., Canciani, M., Viegi, G. and Sestini, P. (2006). Relationships between School Indoor Environment and Respiratory Health in Children of Five European Countries (HESE Study). *Eur. Respir. J.* 28: 837s.

11. Tillet, T. Formaldehyde Exposure among Children: A Potential Building Block of Asthma. *Environ Health Perspect.* 2010; 118(3): A131. doi:10.1289/ehp.118-a131b
12. Simoni, M., Annesi-Maesano, I., Sigsgaard, T., Norback, D., Wieslander, G., Nystad, W., Canciani, M., Sestini, P. and Viegi, G. School Air Quality Related to Dry Cough, Rhinitis and Nasal Patency in Children. *Eur Respir J.* 2010 Apr; 35(4):742-9. DOI: 10.1183/09031936.00016309
13. Gilliland, F.D., Berhane, K., Rappaport, E.B., Thomas, D.C., Avol, E., Gauderman, W.J., London, S.J., Margolis, H.G., McConnell, R., Islam, K.T. and Peters, J.M.. The Effects of Ambient Air Pollution on School Absenteeism Due to Respiratory Illnesses. *Epidemiology.* 2001 Jan; 12(1):43–54.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11138819>
14. Shaughnessy, R.J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A. and Moschandreas, D. A Preliminary Study of the Association between Ventilation Rates in Classrooms and Student Performance. *Indoor Air.* 2006 Dec; 16(6):465-8. DOI:10.1111/j.1600-0668.2006.00440.x
15. World Health Organization Europe. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. ISBN 978 92 890 4168 3 (2009).
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf
16. Almeida, S.M.; Canha, N.; Silva, A.; Freitas, M.C.; Pegas, P.; Alves, C.; Evtyugina, M. & Pio, C.A. Children exposure to atmospheric particles in indoor of Lisbon primary schools. *Atmospheric Environment*, 2010; 45:7594–99.
doi:10.1016/j.atmosenv.2010.11.052
17. Wheeler, L., Buckley, R., Gerald, L. B., Merkle, S., & Morrison, T. A. (2009). Working with schools to improve pediatric asthma management. *Pediatric Asthma, Allergy and Immunology*, 22(4), 197-207. DOI: 10.1089/pai.2009.0023
18. Ramachandran, G., Adgate, J. L., Banerjee, S., Church, T. R., Jones, D., Fredrickson, A. & Sextond, K. (2005). Indoor air quality in two urban elementary schools - measurements of airborne fungi, carpet allergens, CO₂, temperature and relative humidity. *J Occup Environ Hyg.* 2005 Nov; 2(11):553–66. DOI: 10.1080/15459620500324453
19. Daisy, J.M., Angell, W.J. & Apte, M.G. (2003). Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air.* 2003 Mar;13(1):53-64., ISSN 1600-0668, PMID: 12608926;

20. Godoi, R.H.M., Avigo, D.J., Campos, V.P, Tavares, T.M., Marchi, M.R.R., Grieken, R. & Godoi, A.F.L. (2009). Indoor air quality assessment of elementary schools in Curitiba, Brazil. *Water, Air, Soil Pollution: Focus*, Vol.9, No.3-4, pp. 171–177, ISSN 1573-2940
21. Goyal, R. G. & Khare, M. (2009). Indoor-outdoor concentrations of RSPM in classroom of a naturally ventilated school building near an urban traffic roadway. *Atmospheric Environment*, Vol.43, No.38, pp. 60266038, ISSN 1352-2310
22. Tippayawong, N., Khuntong, P., Nitatwichit, C., Khunatorn, Y. & Tantakitti, C. (2009). Indoor/outdoor relationships of size-resolved particle concentrations in naturally ventilated school environments. *Building and Environment*, Vol.44, No.1, pp. 188–197, ISSN 0360-1323
23. Fraga, S., Ramos, E., Martins, A., Samúdio, M. J., Silva, G., Guedes, J., Fernandes, E. O. & Barros, H. (2008). Indoor air quality and respiratory symptoms in Porto schools. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, Vol.14, No.4, pp. 487–507, ISSN 0873-2159
24. Fromme, H., Twardella, D., Dietrich, S., Heitmann, D., Schierl, R., Liebl, B. & Rüden, H. (2007). Particulate matter in the indoor air of classrooms-exploratory results from Munich and surrounding area. *Atmospheric Environment*, Vol.41, No.4, pp. 854–866, ISSN 1352-2310
25. Hwang, B., Jaakkola, J. J., Lee, Y., Lin, Y. & Guo, Y. (2006). Relation between air pollution and allergic rhinitis in Taiwanese schoolchildren. *Respiratory Research*, Vol.7, No.1, pp. 1–7, ISSN 1465-9921
26. Dick S, Doust E, Cowie H, et al. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review. *BMJ Open* 2014; 4: e003827. doi:10.1136/bmjopen-2013-003827
27. Ott, W. R., Steinemann, A. C., & Wallace, L. A. (2007) *Exposure analysis*. New York: CRC Taylor and Francis Group. ISBN 1 56670 663 7
28. Pegas, P.N., Alves, C.A., Evtyugina, M.G., Nunes, T., Cerqueira, M., Franchi, M., Pio, A., Almeida, S.M., 2011, Indoor air quality in elementary schools of Lisbon in spring. *Environ. Geochem. Health*,
29. www.who.int/ipcs/en
30. Inorganic Lead (International Programme on Chemical Safety, IPCS), *Environmental Health Criteria No.165, 1995 (World Health Organization, Geneva)* Slika 1: konceptualni model IPCS, (International Programme on Chemical Safety, IPCS), *Environmental Health Criteria No.165, 1995 (World Health Organization, Geneva)*

31. Landrigan, J.P, Children as a vulnerable population; *Int J Occup Med Environ Health* 2004; 17(1): 175–177.
32. Suk WA, Murray K, Avakian MD; Environmental Hazards to Children’s Health in the Modern World; *Mutat Res* 2003; 544 (2-32): 235–42.
33. Environmental Health Criteria 59: principles for evaluating health risks from chemicals during infancy and early childhood: the need for special approach, Geneva: World Health Organization
34. World Health Report, 2004 – changing history. Geneva, World Health Organization
35. Pruss-Ustun A, Corvalane C, “Preventing disease through healthy environment. Towards an estimate of the environmental burden of disease; World Health Organization, 2006.
36. United Nations Environment Programme, United Nations Children’s Fund, and World Health Organization. Children in the New Millenium. Environmental impact on health, United Nations, 2002:22
37. Landrigan P.J., Garg A.; Chronic effects of toxic environmental exposures on children’s health. *J Toxicol Clin Toxicol.* 2002; 40:449–456.
38. Grandjean P., Landrigan P.J.; Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet*, Vol. 368 (9553): 2167-2178, 2006, DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69665-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69665-7)
39. Landrigan P.J., Kimmel CA, Correa A., Eskenazi B.; Children’s health and environment: public health issues and challenges for risk assessment; *Environ Health Perspect* 2004; 112:257–265.
40. Wigle DT, Arbuckle TE, Walker M, Wade MG, Liu S, Krewski D. Environmental hazards: evidence for effects on child health. *J Toxicol Environ Health B* 2007; 10: 3–39.
41. Jones SE, Axelrad R, Wattigney WA. Healthy and safe school environment, Part II: Results from the School Health Policies and Programs Study 2006. *J Sch Health*; 2007; 77: 544–556.
42. Childhood Lead Poisoning, World Health Organization, 2010, ISBN 978 92 4 150033 3
43. World Health Organization, The Physical School Environment, An Essential Component of a Health-Promoting School, Information Series on School Health, Document 2, преузето са:
www.who.int/school_youth_health/media/en/physical_sch_environment_v2.pdf
44. Bearer C.; Environmental Health Hazards: How Children are Different from Adults; The Future of Children; *Critical Issues for Children and Youths*, Vol.5, No.2 (1995)

45. Chance, G., W., Environmental toxicants and children's health: cause for concern, time for action. *Paediatrics Child Health*, 2001; 6 (10): 731–743.
46. Briggs, D., Making a Difference. Indicators to Improve Children's Environmental Health, World Health Organization, 2003: 6-7. ISBN 92 4 159060 2
47. Koppe J.G, Bartonova A, Bolte G, et al. Exposure to multiple environmental agents and their effects. *Acta Pediatr Suppl*, 2006; 95(453): 106–13.
48. Alias Masitah, Hamzah Zaini, Kenn Lee See; PM10 and Total Suspended Particulates (TSP) Measurements in Various Power Stations; *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol 11, No.1 (2007): 255–261.
49. Dietert RR, Etzel RA, Chen D, et al. Workshop to identify critical windows of exposure for children's health: immune and respiratory systems work group summary. *Environ Health Perspect*. 2000; 108(suppl 3):483–490.
50. Plopper CG, Fanucchi MV. Do urban environmental pollutants exacerbate childhood lung diseases? *Environ Health Perspect*. 2000;108: A252–A253
51. Pinkerton KE, Joad JP. The mammalian respiratory system and critical windows of exposure for children's health. *Environ Health Perspect*. 2000;108(suppl 3):457–462
52. Plunkett LM, Turnbull D, Rodricks JV. Differences between adults and children affecting exposure assessment. In: Guzelian PS, Henry CJ, Olin SS, eds. *Similarities and Differences Between Children and Adults: Implications for Risk Assessment*. Washington, DC: ILSI Press; 1992: 79–96
53. Wiley JA, Robinson JP, Piazza T, et al. *Activity Patterns of California Residents: Final Report*. Sacramento, CA: California Air Resources Board; 1991. Publication No. A6-177–33
54. Wiley JA, Robinson JP, Cheng YT, Piazza T, Stork L, Pladsen K. *Study of Children's Activity Patterns: Final Report*. Sacramento, CA: California Air Resources Board; 1991. Publication No. A733-149.
55. WHO. Effects of Air Pollution on Children's Health and Development; A Review of the Evidence. World Health Organization Special Programme on Health and Environment (2005), European Centre for Environment and Health Bonn Office, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/74728/E86575.pdf
56. Samet JM, Lange P. Longitudinal studies of active and passive smoking. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1996, 154(6, part 2):S257–S265.
57. Guicherit R, Roemer M: Tropospheric ozone trends. *Chemosphere-Global Change Sci* 2000, 2:167–183.

58. Alvim-Ferraz MCM, Pereira MC, Ferraz JM, Mello AMC Almeida e, Martins FG: European Directives for air quality: analysis of the new limits in comparison with asthmatic symptoms in children living in the Oporto Metropolitan Area, Portugal. *HERA* 2005, 11:607–616.
59. WHO: Air Quality guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide; Global update 2005, Summary of Risk Assessment, World Health Organization. Copenhagen, Denmark: Regional Office for Europe; 2006; ISBN 92890 2192 6.
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.2_eng.pdf
60. Sousa SIV, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Pereira MC: Spirometric tests to assess the prevalence of childhood asthma at Portuguese rural areas: Influence of exposure to high ozone levels. *Environ Int* 2011, 37:474–478.
61. Sousa SIV, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Pereira MC: Ozone exposure and its influence on the worsening of childhood asthma. *Allergy* 2009, 64:1049–1055.
62. Sousa SIV, Pereira MC, Martins FG, Alvim-Ferraz MCM: Identification of regions with high ozone concentrations to assess the impact on childhood asthma. *HERA* 2008, 14:610–622.
63. Franklin PJ: Indoor air quality and respiratory health of children. *Paediatr Respir Rev* 2007, 8:281–286.
64. Faustman EM, Silbernagel SM, Fenske RA, Burbacher TM, Ponce RA: Mechanisms underlying children’s susceptibility to environmental toxicants. *Environ Health Perspect* 2000, 108:13–21.
65. Sofuoglu SC, Aslanb G, Inal F, Sofuoglu A: An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools. *Int J Hyg Environ Health* 2011, 214:36–46. PMID:20833585 DOI:10.1016/j.ijheh.2010.08.008
66. WHO: WHO Guidelines for Indoor Air Quality. In Selected Pollutants, World Health Organization, Regional Office for Europe. Denmark: Copenhagen; 2010.
67. American Academy of Pediatrics: Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children. *Pediatrics* 2004, 114:1699–1707.
68. Schwartz J: Air Pollution and Children’s Health. *Pediatrics* 2004, 113:1037–1043. DOI: 10.1542/peds.113.4.S1.1037
69. WHO: Children’s health and the environment, A global perspective. A Resource Manual for the Health Sector, World Health Organization, Geneva; 2005, Ed. J.Pronczuk-Garbino; ISBN 92 4 156292 7.

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43162/1/9241562927_eng.pdf

70. Fuentes-Leonarte V, Tenías JM, Ballester F: Levels of Pollutants in Indoor Air and Respiratory Health in Preschool Children: A Systematic Review. *Pediatr Pulm* 2009, 44:231–243.
71. Matricardi PM, Illi S, Grüber C, Keil T, Nickel R, Wahn U, et al. Wheezing in childhood: incidence, longitudinal patterns and factors predicting persistence. *Eur Respir J* 2008; 32:585–92. DOI: 10.1183/09031936.00066307
72. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for the Diagnosis and Management of Asthma in Children 5 Years and Younger. 2009. www.ginasthma.org.
73. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2008 Update. www.ginasthma.org.
74. Burney PG, Luczynska C, Chinn S, Jarvis D. The European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J*. 1994; 7:954–60.
75. Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995;8:483–91.
76. Jarvis D, Chinn S, Luczynska C, Burney P. The association of smoking with sensitization to common environmental allergens: results from the European Community Respiratory Health Survey. *J Allergy Clin Immunol* 1999; 104:934–40.
77. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Steering Committee. Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: The international study for asthma and allergies in childhood (ISAAC). *Eur Respir J* 1998; 12:315–35.
78. Brogger J, Bakke P, Eide GE, Johansen B, Andersen A, Gulsvik A. Long-term changes in adult asthma prevalence. *Eur Respir J* 2003; 21:468–72.
79. Fewtrell L, Kaufmann R.B., Kay D., Enoria W., Haller L.; Water, sanitation and hygiene interventions to reduce diarrhea in less developed countries, a systematic review and meta-analysis; *Lancet Infect Dis*. 2005; 5(1): 42–52.
80. Romieu I, Samet J.R., Smith K.R., Bruce N.; Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries; *J Occup Environ Med*. 2002, 44(7): 640–9.
81. Reuer M.K., Bower N.W., Koball J.H., Hinostroza E., De la Torre Marcos M.E.; Lead, Arsenic, and Cadmium Contamination and Its Impact on Children's Health in La Oroya,

Peru; *International Scholarly Research Network, ISRN Public Health, Volume 2012, Article ID 2314581, doi: 10.5402/2012/231458.*

82. Moya J., Bearer C.F., Etzel R.A.; Children's behavior and physiology, and how it effects exposure to environmental contaminants; *Pediatrics, 2004; 113 (4 Suppl): 996–1006.*
83. Johannessen A., Bakke P.S, Harder J.A., Eagan T.M.; Association of exposure to environmental tobacco smoke in childhood with chronic obstructive pulmonary disease and respiratory symptoms in adults. *Respirology. 2012, 17 (3): 499–505.*
84. Brown, S.K. and Kivlighon, L. (2005). Indoor Environment Indicators for High Quality Office Environments. Report No. 2003-028-B-01, CRC for Construction Innovation.
85. Frontczak, M., Wargocki, P., 2011. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Build. Environ.* 46, 922–937.
86. Stranger, M., Potgieter-vermaak, S., & Vand Grieken, R. (2007). Cooperative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium. *Environ.Int.* (33), 6
87. EPA, *Building Air Quality--A Guide for Building Owners and Facility Managers*, EPA/400/1-91/033, Washington, D.C., 1991, p. 5–11.
88. EPA, U.S. Public Health Service, National Environmental Health Association, 1991, *Introduction to Indoor Air Quality--A Self-Paced Learning Module*, EPA/400/3-91/002. Washington, D.C. p. 6–9.
89. Dockery, D.W., Spengler, J.D., 1981. Indoor–outdoor relationships of respirable sulfates and particles. *Atmospheric Environment* 15, 335.
[http://dx.doi.org/10.1016/0004-6981\(81\)90036-6](http://dx.doi.org/10.1016/0004-6981(81)90036-6)
90. Moschandreas, D.J., Zabransky, J., Pelton, D.J., 1981. Comparison of Indoor and Outdoor Air Quality. Electrical Power Research Institute Report EA-1733, Research Project 1309, Palo Alto, CA, USA.
91. Hanssen, S.O. Increased ventilation reduces general symptoms but not sensory reactions. Proceedings of 6th International Conference on indoor air quality and Climate, Finland, Helsinki. No. 6968, 1993; 5: 33–38.
92. Hanssen, S.O. and Mathisen, H.M. Sick building – a ventilation problem? Indoor air 87. *Proceedings of 4th International Conference on indoor air quality and Climate, Berlin (west)*, No. 2820, 1987; 3:357–361.
93. Hayes, S.R., 1989. Estimating the effect of being indoors on total personal exposure to outdoor air pollution. *Journal of the Air Pollution Control Association* 39 (11), 1453–1461.

94. Orme, Malcolm. 1999. Applicable models for air infiltration and ventilation calculations. Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, International Energy Agency. Technical note AIVC 51.
95. Lee, S.C., Chang, 2000. Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. *Chemosphere* 41 (1), 109–113.
96. ISIAQ, 2000. Creation of Healthy Indoor Environment in Schools: Task Force on Schools. ‘A Nordic Approach’. Published by National Institute of Public Health, Stockholm, Sweden.
97. Lee, S.C., Chang, M., 1999. Indoor air quality investigation at five classrooms. *Indoor Air* 9, 134–138.
98. Scheff, P.A., Paulius, V.K., Huang, S.W., Conroy, L.M., 2000. Indoor air quality in a middle school, part I: use of CO₂ as a tracer for effective ventilation. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 15, 824–834.
99. Bartlett, K.H., Kennedy, S.M., Brauer, M., Van Netten, C., Dill, B., 2004. Evaluation and a predictive model of airborne fungal concentrations in school classrooms. *Annals of Occupational Hygiene* 48, 547–554.
100. Shendell, D.G., Winer, A.M., Stock, T.H., Zhang, L., Zhang, J., Maberti, S., Colome, D., 2004a. Air concentrations of VOCs in portable and traditional classrooms: results of a pilot study in Los Angeles County. *Journal of Exposure Analysis Environmental Epidemiology* 14, 444–459.
101. Blondeau, P., Lordache, V., Popuard, O., Genin, D., Allard, F., 2005. Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools. *Indoor Air* 15, 2–12.
102. Godwin, C., Batterman, S., 2006. Indoor air quality in Michigan schools. *Indoor Air* 17 (2): 109–121.
103. Mi, Y.H., Norback, D., Tao, J., Mi, Y.L., Ferm, M., 2006. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in Shanghai, China: influence of building ventilation, nitrogen dioxide, ozone, and formaldehyde in classrooms. *Indoor Air* 16, 454–464.
104. Shendell, D.G., Prill, R., Fisk, W.J., Apte, M.G., Blake, D., Faulkner, D., 2004b. Associations between classroom CO₂ concentration and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air* 14, 333–341. Spectrum Technologies, 2006. SpecWare Basic 6.03.
105. Persily, A.K., Air tightness of Commercial and Institutional Buildings. Tight Building; Thermal Envelopes VII Conference/ Tightness and Airflow in Buildings – Principles, 1998: 829-837)

106. IOM, (Institute of Medicine). 2011. *Climate Change, the Indoor Environment, and Health*. Washington, DC: The National Academies Press. ISBN: 978-0-309-20941-0; DOI: 10.17226/13115
107. E.Hasselaar, L.Morawska, 2003. *Sustainable Building and Indoor Air Quality*. Open House International, 28 (1), pp 74–82.
108. *Indoor Air Quality; Tools for Schools Action Kit for Canadian Schools (2003)*, ISBN 0-662-33401-9:4 (tools_school-outils canada.pdf)
109. Formaldehyde. In: *Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tertbutoxypropan-2-ol*. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 2006:39–325 (IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 88).
110. Hazardous Substances Data Bank (HSDB) [online database]. Bethesda, MD, National Library of Medicine, 2010 (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, accessed 19 May 2010).
111. Salthammer T, Mentese S. Comparison of analytical techniques for the determination of aldehydes in test chambers. *Chemosphere*, 2008, 73:1351–1356.
112. Wisthaler A et al. Technical Note: Intercomparison of formaldehyde measurements at the atmosphere simulation chamber SAPHIR. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2008, 8:2189–2200.
113. Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. Formaldehyde in the indoor environment. *Chemical Reviews*, 2010, 110:2536–2572.
114. Kelly TJ, Smith DL, Satola J. Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in California homes. *Environmental Science & Technology*, 1999, 33:81–88.
115. Hodgson AT, Beal D, McIlvaine JER. Sources of formaldehyde, other aldehydes and terpenes in a new manufactured house. *Indoor Air*, 2002, 12:235–242.
116. Haghghat F, De Bellis L. Material emission rates: literature review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity. *Building and Environment*, 1998, 33:261–277.
117. Nazaroff WW, Weschler CJ. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants. *Atmospheric Environment*, 2004, 38:2841–2865.
118. Uhde E, Salthammer T. Impact of reaction products from building materials and furnishings on indoor air quality – a review of recent advances in indoor chemistry. *Atmospheric Environment*, 2007, 41:3111–3128.

119. Raw GJ et al. Exposure to air pollutants in English homes. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2004, 14:S85–S94.
120. Clarisse B et al. Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings. *Environmental Research*, 2003, 92:245–253.
121. Inhalative Exposition des Verbrauchers gegenüber Formaldehyd, Aktualisiertes Diskussionspapier des BfR vom 24 Juli 2006. Berlin, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2006.
122. Marchand C et al. Concentrations and determinants of gaseous aldehydes in 162 homes in Strasbourg (France). *Atmospheric Environment*, 2008, 42:505–516.
123. Gilbert NL et al. Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada. *Environmental Research*, 2006, 102:1–8.
124. HEI Air Toxics Review Panel. *Mobile-source air toxics: a critical review of the literature on exposure and health effects*. Boston, MA, Health Effects Institute, 2007 (HEI Special Report 16).
125. Air quality criteria for oxides of nitrogen. Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency 1993 (EPA Report No. EPA/600/8-91/049aF-cF. 3v).
126. Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants. Research Triangle Park, NC, US Environment Protection Agency, 1995 (EPA Report No. EPA/600/P-93/004aF-cF. 3v).
127. Rijnders E, Janssen N.A.H, van Vliet P.H.N, Brunekreef B. Personal and Outdoor Nitrogen Dioxide Concentrations in Relation to Degree of Urbanization and Traffic Density; *Environ Health Perspect* 109 (Suppl 3): 411–417 (2001)
128. Garrett MH, Hooper MA, Hooper BM, Abramson MJ. Respiratory symptoms in children and indoor exposure to nitrogen dioxide and gas stoves. *AM J RESPIR CRIT CARE MED* 1998;158:891–895.
129. Jarvis D, Chinn S, Luczynska C, Burney p; Association of respiratory symptoms and lung function in young adults with use of domestic appliances; *Lancet*, 1996; 347: 426–431.
130. Shima M, Adachi M; Indoor nitrogen dioxide in homes along trunk roads with heavy traffic. *Occup Environ Med* 1998; 55: 428–433
131. Samet JM, Marbury MC, Spengler JD; Health effects and sources of indoor air pollution; Part I, *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 428–433.

132. Gillespie-Bennett J¹, Pierse N, Wickens K, Crane J, Howden-Chapman P; Housing Heating and Health Study Research Team. The respiratory health effects of nitrogen dioxide in children with asthma. *Eur Respir J*. 2011, 38 (2): 303–09
133. Vieira SE, Stein RT, Ferraro AA, Pastro LD, Pedro SS, Lemos M, da Silva ER, Sly PD, Saldiva PH; Urban air pollutants are significant risk factors for asthma and pneumonia in children: the influence of location on the measurement of pollutants. *Arch Bronconeumol*. 2012; 48(11):389–95.
134. Soto-Martinez M, Sly PD. Relationship between environmental exposures in children and adult lung disease: the case for outdoor exposures. *Chron Respir Dis*. 2010 Aug;7(3):173–86.
135. Chen TM, Gokhale J, Shofer S, Kuschner WG; Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects; *Am J Med Sci*. 2007 Apr; 333(4):249–56
136. Fanny WS Ko, Wilson Tam, Tze Wai Wong et al. Temporal relationship between air pollutants and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Hong Kong. *Thorax*. 2007 Sep; 62(9): 780–785.
137. Tunnicliffe WS, Burge Ps, Ayres JD. Effect of domestic concentrations of nitrogen dioxide on airway respons to inhaled allergen in asthmatic patients. *Lancet* 1994; 344: 1733–36.
138. Pershagen G, Rylander E, Norberg S, Eriksson M, Nordvall SL.; Air pollution involving nitrogen dioxide exposure and wheezing bronchitis in children, *Int J Epidemiol*. 1995 Dec; 24(6):1147–53.
139. Carbon monoxide. Geneva, World Health Organization, 1999 (Environmental Health Criteria 213) (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc013.htm>, accessed 12 May 2010).
140. Verschueren K. *Handbook of environmental data on organic chemicals*, 4th ed., Vol.1. New York, NY, John Wiley & Sons, 2001:24.
141. Coburn RF, Forster RE, Kane PB. Considerations of the physiological variables that determine the blood carboxyhemoglobin concentration in man. *Journal of Clinical Investigation*, 1965, 44:1899–1910.
142. Alm S, Jantunen MJ, Vartiainen M. Urban commuter exposure to particle matter and carbon monoxide inside an automobile. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Toxicants*, human exposures and their health effects. New Jersey, John Willey and Sons, 2009: 499–528.

143. U.S. EPA. Air Quality Criteria for Carbon Monoxide (2000) Final Report. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington Office, Washington, DC, EPA 600/P-99/001F, 2000.
144. Cullis, C.F. & Hirschler, M.M. Man's emissions of carbon monoxide and hydrocarbons into the atmosphere. *Atmospheric environment*, 23:1195–1203 (1989).
145. Derwent, R.G. et al. Analysis and interpretation of air quality data from an urban roadside location in central London over the period from July 1991 to July 1992. *Atmospheric environment*, 29: 923–946 (1995).
146. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). 1976. Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Carbon Dioxide, August 1976.
147. D.S. Robertson. Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere. *CURRENT SCIENCE*, Vol.90, No. 12, 2006: 1607–1609.
148. Kenrick Berend, Aiko P.J. de Vries, Rijk O.B. Gans. Physiological Approach to Assessment of Acid-Base Disturbances. *N Engl J Med* 2014; 371:1434-45. DOI: 10.1056/NEJMra1003327
149. DJ Clements-Croome, HB Awbi, M. Williams. Ventilation Rates in Schools. Proceedings: Indoor Air 2005: 3223-3227. <https://www.isiaq.org/docs/PDFs/3223.pdf>.
150. Mysen, M. et al., 2005. Occupancy density and benefits of demand-controlled ventilation in Norwegian primary schools. *Energy and Buildings*, 37(12), pp.1234–1240. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037877880500040X> [Accessed July 20, 2011].
151. Griffiths, M. & Eftekhari, M., 2008. Control of CO₂ in a naturally ventilated classroom. *Energy and Buildings*, 40(4), pp.556-560. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778807001387> [Accessed August 24, 2011].
152. Mumovic, D. et al., 2009. Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England. *Building and Environment*, 44(7), pp.1466-1477. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132308001649> [Accessed September 6, 2011].
153. IPCS (1985) *Toluene*. Environmental Health Criteria 52. International Programme on Chemical Safety. Geneva, World Health Organization.

154. IPCS (1993) *Benzene*. Environmental Health Criteria 150. International Programme on Chemical Safety. Geneva, World Health Organization.
155. IPCS (1996) *Ethyl benzene*. Environmental Health Criteria 186. International Programme on Chemical Safety. Geneva, World Health Organization.
156. IPCS (1997) *Xylenes*. Environmental Health Criteria 190. International Programme on Chemical Safety. Geneva, World Health Organization.
157. Hattemer-Frey HA, Travis CC, Land ML (1990), Benzene: Environmental partitioning and human exposure. *Environ Res* 53:221-232
158. ATSDR (1995a) Toxicological Profile for Xylenes (Update). Atlanta, Georgia, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services.
159. Toxicological Profile for Benzene. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2007 <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>
160. Agency for Toxic Substances and disease Registry, US Department of Health and Human Services. 1999a, 2000
161. ATSDR (2000) *Toxicological Profile for Toluene*. Atlanta, Georgia, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services.
162. IARC (1982) Benzene. In: *Some Industrial Chemicals and Dyestuffs*. IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic Risks to Humans. Volume 29. International Agency for Research on Cancer. Lyon, France, IARC/WHO: pp 93–148.
163. IARC (1987) Benzene. In: *Overall Evaluations of Carcinogenicity: an updating of selected IARC Monographs from Volumes 1 to 42*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Supplement 7. International Agency for Research on Cancer. Lyon, France, IARC/WHO: pp 120–122.
164. Benignus VA (1981) Neurobehavioural effects of toluene: a review. *Neurobehav Toxicol Teratol* 3 (4): 407–415.
165. World Health Organization; “Health Effects of Particulate Matter; Policy implications for countries in eastern Europe and Central Asia”, World Health Organization, 2013; WHO Regional Office for Europe: 2; ISBN 978 92 890 0001 7, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf
166. Particulate Matter (PM) Basics, U.S. EPA <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>

167. Ultrafine Particulate Matter and the Benefits of Reducing Particle Numbers in the United States; A Report to the Manufacturers of Emission Controls Association (MECA), Gladstein, Neandross & Associates, 2013, p. 14
http://www.meca.org/resources/meca_ufp_white_paper_0713_final.pdf
168. Yocom, J. (1982). Indoor-outdoor air quality relationship: a critical review. *J Air Pollut. Control Assoc.*, 32, 500–20.
169. Owen, M., Ensor, D., & Sparks, L. (1992). Airborne particle sizes and sources found in indoor air. *Atmos. Environ.*, 26, 2149–62.
170. Wallace, L. (2000). Correlation of personal exposure to particles with outdoor air measurements, a review of recent studies. *Aerosol Sci. Technol.*, 32, 15–25.
171. Long, C., Suh, H., & Koutrakis, P. (2000). Characterization of indoor particle sources using continuous mass and size monitors. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 50, 1236–50.
172. Diapouli, E., Chaloulakou, A., Mihalopoulos, N. and Spirellis, N. (2008). Indoor and Outdoor PM Mass and Number Concentrations At schools in the Athens Area. *Environ. Monit. Assess.* 136: 13–20.
173. Zollner, I., Gabrio, T. and Link, B. (2007). Concentrations of Particulate Matter in Schools in Southwest Germany. *Inhal. Toxicol.* 19: 245–249.
174. Bayer-Oglesby, L., Grize, L., Gassner, M., Takken-Sahli, K., Sennhauser, F. H., Neu, U., Schindler, C., and Braun-Fahrlander, C. Decline of ambient air pollution levels and improved respiratory health in Swiss children. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113:1632–1637
175. Talhout R., Schulz T., Florek E., van Benthem J., Wester P., Opperhuizen A.; Hazardous Compounds in Tobacco Smoke; *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2011, 8, 613-628; doi:10.3390/ijerph8020613
176. Brower V: World Health Organization focuses on anti tobacco efforts in developing nations through treaty. *Journal of the National Cancer Institute*, 2006, 98: 667–668.
177. Warren CW, Jones NR, Peruga A, Chauvin J, Baptiste JP, Costa de Silva, el Awa F, Tsouros A, Rahman K, Fishburn B, Asma S; *Global youth tobacco surveillance, 2000-2007, MMWR Surveill Summ*, 2008, 57:1–28.
178. Cook DG, Strachan DP: Health effects of passive smoking. 3. Parental smoking and prevalence of respiratory symptoms and asthma in school age children, *Thorax* 1997, 52: 1081–1094.
179. Gilliland FD, Berhane K, Islam T, Wenten M, Rappaport E, Avol E, Gauderman WJ, McConnell R, Peters JM. Environmental Tobacco Smoke and Absenteeism Related to

- Respiratory Illness in Schoolchildren; *Am J Epidemiology*, 157, (10), 2003: 870–873, <https://doi.org/10.1093/aje/kwg038>
180. Rushton L, Courage C, Green E. Estimation of the impact on children's health of environmental tobacco smoke in England and Wales. *J R Soc Promot Health*. 2003 Sep;123(3):175–80.
181. World Health Organization. Exposure of children to second-hand tobacco smoke. Factsheet 3.4; December 2009.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/97004/3.4-Exposure-of-children-to-second-hand-smoke-EDITED_layouted.pdf
182. Cook DG, Strachan DP, Carey IM. Health effects of passive smoking. 9. Parental smoking and spirometric indices in children. *Thorax*. 1998; 53:884–93.
183. Jaakkola JJ, Jaakkola MS. Effects of environmental tobacco smoke on the respiratory health of children. *Scand J Work Environ Health*. 2002; 28 Suppl 2:71–83.
184. DiFranza JR, Aligne CA, Weitzman M. Prenatal and postnatal environmental tobacco smoke exposure and children's health. *Pediatrics*. 2004;113 Suppl 4:1007–15.
185. Jenkins, R.A., Guerin, M.R. & Tomkins, B.A. (2000) Properties and measure of environmental tobacco smoke. In: *The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke. Composition and Measurement*, 2nd Ed., Boca Raton, FL, Lewis Publishers, CRC Press
186. World Health Organization, Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Office for Europe 2nd Edition (2000): 3.(WHO regional publications, European series; No. 91), ISBN 92 890 1358 3; http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4
187. WHO Handbook on Indoor Radon; A Public Health Perspective. World Health Organization (2009).
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44149/1/9789241547673_eng.pdf
188. Babayigit,M.,A., Bakir,B., Tekbas,Ö.,Faruk., Ogur,R., Kilic,A., Serdar ULUS¹ Indoor air quality in primary schools in Keçiören, Ankara* *Turk J Med Sci* (2014) 44:137–144
189. Paevere, P., Brown, S., Leaman, A., Luther, Mark and Adams, Rob 2008, Indoor environment quality and occupant productivity in the CH2 building, in *SB08: Proceedings of the 2008 International Scientific Committee World Sustainable Building Conference*, [ASN Events], [Balnarring, Vic.], pp. 222–229.
190. US EPA, *Building Air Quality--A Guide for Building Owners and Facility Managers*, EPA/400/1-91/033, Washington, D.C., 1991, p. 5–11.
191. INCA (2009). INCA Comparative Tables (Online). International Review of Curriculum and Assessment Framework Internet Archive (INCA), London, UK.

192. Robert J. Laumbach, Howard M. Kipen, Respiratory health effects of air pollution: Update on biomass smoke and traffic pollution; *J Allergy Clin Immunol* 2012; 129:3–11.
193. Janssen, N.A.H., Brunekreef, B., Van Vliet, P., Aarts, F., Meliefste, K., Harssema, H. and Fischer, P. (2003). The Relationship between Air Pollution from Heavy Traffic and Allergic Sensitization: Bronchial Hyperresponsiveness, and Respiratory Symptoms in Dutch School Children. *Environ. Health Perspect.* 111: 1512–1518.
194. Hoek G., Brunekreef B., Goldbohm S., Fischer P., van den Brandt P.A. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet.* (2002); 360: 1203–1209. doi: 10.1016/S0140-673(02)11280-3 .
195. Dales, R., Wheeler, A., Mahmud, M., Frescura, A.M., Smith-Doiron, M., Nethery, E. and Liu, L. (2008). The Influence of Living near Roadways on Spirometry and Exhaled Nitric Oxide in Elementary Schoolchildren. *Environ. Health Perspect.* 116: 1423–1427.
196. B-F Hwang, Y-L Lee, Y-C Lin, JJK Jaakkola, YL Guo; Traffic related air pollution as a determinant of asthma among Taiwanese school children. *Thorax* 2005; 60: 467–473.
197. Smith KR. Indoor air pollution in developing countries: recommendations for research. *Indoor Air* 2002; 12:1–7.
198. Kumie A, Emmelin A, Wahlberg S, Berhane Y, Ali A, Mekonnen E, Brandstrom D., Magnitude of indoor NO₂ from biomass fuels in rural settings of Ethiopia. *Indoor Air.* 2009; 19(1):14–21.
199. M. Puteh, M.H. Ibrahim, M. Adnan, C.N. cheahmad, N.M. Noh, 2012. Thermal comfort in classroom: constraints and issues. *Procedia – Social and Behavioural Sciences* 46, pp. 1834–1838.
200. Alshitawi, M., Awbi, H. and Mahyuddin, N. (2009) Particulate matter mass concentration (PM₁₀) under different ventilation methods in classrooms. *International Journal of Ventilation*, 8 (2). pp. 93-108. ISSN 1473-3315.
201. ASHRAE, 1992, *Standard 55 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, ASHRAE Inc. ASHRAE, 1992, *Standard 55 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, ASHRAE Inc.
202. Neslihan Türkmenoğlu Bayraktar, Evaluation of natural ventilation efficiency in school buildings in the context of thermal comfort and interior air quality. http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/nturkmenoglu/bildiri/nturkmenoglu30.09.2013_07.07.17bildiri.pdf
203. Seppanen, O., W.,J., F. (1999). Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers. *Indoor Air*, 12 (2), 98–112.

204. Ooi, P.L., K.T. Goh, M.H. Phoon, S.C. Foo and H.M. Yap, (1998). Epidemiology of sick building syndrome and its associated risk factors in Singapore, *Occupat. Environ. Med.*, 55:188–193.
205. Stein B, Reynolds J.S, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, Ninth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 2000, pp. 445–475.
206. Appah-Dankyi James, Koranteng Christian; An assessment of thermal comfort in a warm and humid school building at Accra, Ghana; *Advances in Applied Science Research*, 2012, 3 (1):535–547.
207. Klein O. and Schlenger J., *Basics: Room Conditioning*, Birkhaeuser Verlag, Berlin, 2008
208. Arens E., Bauman F. and Huizenga C., *ASHRAE Investigation of Thermal Comfort at High Humidity*, Building Science at University of California at Berkeley, 2002
209. M. Turunena, O.Toyinbo, T. Putus, A.Nevalainen ,R.Shaughnessy, U. Haverinen, 2013, *Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students*, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217 (2014) 733–739.
210. R. Becker, I. Goldberger, M. Paciuk, 2006 Improving energy performance of school buildings while ensuring indoor air quality ventilation. *Building and Environment* 42 (2007) 3261–3276.
211. G. Besler, M. Besler, Towards healthy microclimate of closed spaces and habitats. *Environmental Protection Engineering* 2000; 26(3): 23–38.
212. Declaration, Third Ministerial Conference on Environment and Health, London, 16–18 June 1999, <http://www.euro.who.int/Document/E69046.pdf>.
213. Declaration, Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, 23–25 June 2004. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004 (document EUR/04/5046267/6), <http://www.euro.who.int/document/e83335.pdf>
214. Children’s Environment and Health Action Plan for Europe, Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, 23–25 June 2004. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004 (document EUR/04/5046267/7) (<http://www.euro.who.int/document/e83338.pdf>)
215. Eva Csobod, Peter Rudnai Eva Vaskovi. *School Environment and Respiratory Health of Children (SEARCH)*, 2010. International research project report within the “Indoor air quality in European schools: Preventing and reducing respiratory disease programme”, ISBN 978-963-06-8924-3

- <http://www.isprambiente.gov.it/files/progetti/search-results-europe-rec.pdf>
- http://search.rec.org/search1/doc/SEARCH%20publication_EN_final.pdf
216. É. Csobod, J. Heszlényi and Á. Schróth: *Improving Indoor Air Quality in Schools*, 2004, REC, Hungary, www.rec.org/SEARCH
217. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, *OJ L 152*, 11.6.2008, p. 1–44
218. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. 2004.
219. Florey, Charles du V.; “Methods for cohort studies of chronic airflow limitation”, World Health Organization, Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1982: 112–121. WHO Regional Publications. European series No. 12. ISBN 9289011033
220. Coordination Committee for the ISAAC “Manual for the International study for Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)”, in Bochum, FRG 1992, <http://isaac.auckland.ac.nz/phases/phaseone/phaseonemanual.pdf>
221. The ISAAC Steering Committee, “Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: The International Study for Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)”, In Bochu, FRG, 1992 *European Respiratory Journal*, Vol. 12(2), pp. 315–335, 1998.
222. (ASHRAE 2007) “Ventilation for acceptable indoor air quality, standard 62-2007, American Society for Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.)
223. Naziah Muhammad Salleh, Syahrul Nizam Kamaruzzaman, Raha Sulaiman; Indoor Air Quality at School: Ventilation Rates and its Impacts Towards Children – A Review. 2011 2nd International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE vol.6 82011)/ ACSITPress, Singapore
224. Célia Alves, Teresa Nunes, Joana Silva, Márcio Duarte; Comfort Parameters and Particulate Matter (PM10 and PM2.5) in School Classrooms and Outdoor Air Aerosol and Air Quality Research, 13: 1521–1535, 2013 doi: 10.4209/aaqr.2012.11.0321
225. Kunzli N, Ackermann-Liebrich U, Keller R, Perruchoud AP, Schindler C: Variability of FVC and FEV1 due to technician, team, device and subject in an eight centre study: Three quality control studies in SAPALDIA. Swiss Study on Air Pollution and Lung Disease in Adults. *Eur Respir J* 1995; 8: 371–376.
226. Kana Ram Jat; Spirometry in children, *Prim Care Respir J* 2013; 22(2): 221–229. doi:10.4104/pcrj.2013.00042
227. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS); US EPA, Dec 14, 2012

228. Oeder S, Dietrich S, Weichenmeir I, Schober W, Pusch G, Jorres RA, et al. Toxicity and elemental composition of particulate matter from outdoor and indoor air of elementary schools in Munich, Germany. *Indoor Air* 2012; 22: 148–58.
229. Apte MG, Fisk WJ, Daisey JM. Associations between indoor CO₂ concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. office buildings: an analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air*. Vol. 10(4), 246–57. 2000.
230. School environment: policies and current status. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/276624/School-environment-Policies-current-status-en.pdf
231. Jo -Yu Chin, Christopher Godwin, Edith Parker, Thomas Robins, Toby Lewis, Paul Herbin et al. Levels and Sources of Volatile Organic Compounds in Homes of Children with Asthma. *Indoor Air*, 2014(4):403–415. doi:10.1111/ina.12086.
doi:10.1111/ina.12086.
232. JinhoYang, Insick Nam, HyunjunYun, Jinman Kim, Hyeon-JuOh, DoheeLee, et al. Characteristics of indoor air quality at urban elementary schools in Seoul, Korea: Assessment of effect of surrounding environments; *Atmospheric Pollution Research*, Vol 6 (6): 1113 - 1122 <https://doi.org/10.1016/j.apr.2015.06.009>.
233. Daniela Tesarova, Petr Čech. The quality of indoor air in classroom; *School and Health 21 Conference: “Health Literacy through Education”*, 2011, Brno. Book of Proceedings: 281-291, ISBN 978-80-210-5720-3
http://www.ped.muni.cz/z21/knihy/2011/39/texty/1_vychova_ke_zdravotni_gramotnosti_ang.pdf
234. H.Guo, S.C.Lee, W.M.Li, J.J.Cao. Source characterization of BTEX in indoor microenvironments in Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 37 (2003):73–82.
235. Yoon, C.; Lee, K.; Park, D. Indoor air quality differences between urban and rural preschools in Korea. *Environ. Sci.Pollut.Res.* 2011, 18. 333–345;
236. Zwozdziak, A.; Sowka, I.; Krupinska, B.; Zwozdziak, J.; Nych A. Infiltration or indoor sources as determinants of the elemental composition of particulate matter inside a school in Wroclav, Poland? *Build. Environ*, 2013,66,173–180;
237. SINPHONIE, School Indoor Pollution &Health Observatory Network in Europe, Final Report. ISSN 1831-9424 (online), doi: 10.2788/99220, 2014

238. Apte MG, Fisk WJ, Daisey JM. Associations between indoor CO₂ concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. office buildings: an analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air*. Vol. 10(4), 246–57. 2000;
239. U.Gehring, S.Pattenden, H.Slachtova, T.Antova, C.Braun-Fahrlender, E.Fabianova et al. Parental education and children's respiratory and allergic symptoms in the Pollution and the Young (PATY) Study; *Eur Respir J* 2006; 27: 95–107 DOI: 10.1183/09031936.06.00017205;
240. Heinrich J, Hoelscher B, Wjst M. et al. Respiratory diseases and allergies in two polluted areas in East Germany, *Environ Health Perspect* 1999; 107: 53–62;
241. O'Neill MS, Jerrett M, Kawachi I. et al. Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 1861–1870. doi:10.1289/ehp.6334
242. Oberg M, Jaakkola M, Woodward A, Perug A, Prüss-Üstun A. Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke; Retrospective analysis of data from 192 countries. *The Lancet*, 2011; 337(9760): 139-146. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61388-8.
243. Nahla AL Ali, Zaid Alhamdan, Najwa Almughrabi, The health consequences of second-hand smoke exposure on asthma and respiratory health of school children in Jordan. *Nursing and Health*, 2015; 3(2): 39–46. Doi: 10.13189/nh.2015.030202.
244. World Health Organization. Exposure of children to second-hand tobacco smoke. Factsheet 3.4; December 2009. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/97004/3.4-Exposure-of-children-to-second-hand-smoke-EDITED_layouted.pdf
245. WHO/CDC Global Youth Tobacco Survey (GYTS). Fact sheets. Tobacco Free Initiative Geneva, World Health Organization, 2007 <http://www.who.int/tobacco/surveillance/gyts/en>
246. Serbia 2013 Country Report, Global Youth Tobacco Survey (GYTS), 2014, Ministry of Health of the Republic of Serbia, Institute of Public Health of Serbia; <http://www.batut.org.rs/download/publikacije/2014gytsSerbiaReport.pdf>
247. Ljiljana Stošić, Suzana Milutinović, Konstansa Lazarević, Ljiljana Blagojević, Ljiljana Tadić. Household environmental tobacco smoke and respiratory diseases among children in Niš (Serbia). *Centr Eur J Public Health* 2012; 20(1):29–32. <http://apps.szu.cz/svi/cejph/archiv/2012-1-06-full.pdf>

248. B. Latal Hajnala, C. Braun-Fahrländerb, L. Grizeb, M. Gassnerc, H. S. Varonierd, J. C. Vuillee, B. Wüthrichf, F. H. Sennhausera B. Latal Hajnala, C. Braun-Fahrländerb, L. Grizeb, M. Gassnerc, H. S. Varonierd, J. C. Vuillee, B. Wüthrichf, F. H. Sennhausera. Effect of environmental tobacco smoke exposure on respiratory symptoms in children. *Schweiz Med Wochenschr* 1999; 129:723–30.
249. Strachan DP, Carey IM. Home environment and severe asthma in adolescence: a population-based case-control study. *BMJ*. 1995 Oct 21; 311 (7012):1053–6;
250. Constan C, Sampaio I, Negreiro F, Aguiar P, Silva A, Salgueiro M, et al. Environmental tobacco smoke (ETS) exposure and respiratory morbidity in school age children. *Rev Port Pneumol*. 2011; 17(1): 20–6
251. Sam Pattenden, Temenuga Antova, Manfred Neuberger, Bojidar Nikiforov, Manuela De Sario, Leticia Grize, Joachim Heinrich, Frantiska Hrubya, Nicole Janssen, Heike Luttmann-Gibson, Larissa Privalova, Peter Rudnai, Anna Splichalova, Renata Zlotkowska, Tony Fletcher. Parental smoking and children's respiratory health: independent effects of prenatal and postnatal exposure. *Tobacco Control* 2006; 15:294–301. doi: 10.1136/tc.2005.015065
252. Gilliland FD, Li YF, Peters JM; Effects of maternal smoking during pregnancy and environmental tobacco smoke on asthma and wheezing in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 163(2): 429-36. DOI: 10.1164/ajrccm.163.2.2006009
253. Derek G Cook, David P Strachan, Iain M Carey. Parental smoking and spirometric indices in children. *Thorax* 1998; 53: 884–893.

8. ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Упитници истраживања

1. Упитник о школској згради – одговори школске управе
2. Упитник о учионици – попуњава анкетар
3. Упитник о респираторном здрављу детета и социо-економским условима и навикама родитеља/старатеља – попуњава родитељ-старатељ

Напомена: Упитници су оригинално урађени за партнере у пројекту из Босне и Херцеговине, тј. за Федерацију, где је латинично писмо у употреби и прилагођен је бошњачком језику. С обзиром на чињеницу да се ради о језику који се разуме у свим земљама учесницама у пројекту у региону, истраживачи у Београду и Министарство просвете су прихватили да се служе датим упитницима, које прилажем у оригиналу.

1. Упитник о школској згради – одговори школске управе

Kod:

karakter 1= zemlja, 2=grad, 3-4: škola

Upitnik o školskoj okolini

1. Naziv škole _____
2. Adresa
 - 2.1. Grad _____
 - 2.2. Ulica i broj _____
3. Školom upravlja:
1= općina 2= fondacija 3=crkva 4= privatnik
5=institucija 6= ostali (molimo, navedite)
4. Kada je škola (zgrada) izgrađena? godina _____
5. Da li je školska zgrada namjenski (originalno) izgrađena za školu? 1. Da 2. Ne
6. Kada je (cjelovita) škola renovirana? Godina ____ ili nije bilo renoviranja
7. Šta je renovirano u toku zadnjih pet godina:
 - a.) električna instalacija 1. Da 2. Ne
 - b.) rasvjeta 1. Da 2. Ne
 - c.) vodovodne instalacije 1. Da 2. Ne
 - d.) učionice 1. Da 2. Ne
 - e.) prozori 1. Da 2. Ne
8. Kakav je glavni građevinski material upotrijebljen? (moguće je više odgovora)
1. cigla 2. beton 3. drvo 4. malter 5. ostalo (molimo, navedite) _____
9. Općenito, kakva je saobraćaj /promet vozila u neposrednom susjedstvu škole (na udaljenosti 100 m)?
1. rijedak 2. srednji 3. gust 4. jako gust sa kamionima (prikolicama)
10. Ima li škola dvorište? 1. Da 2. Ne
 - 10.1. Ako ima, koje veličine? _____ m x _____ m ili _____ m²

2. Упитник о учионици – попуњавао анкетар

kod:

karakter 1= zemlja, 2=grad, 3-4: škola, 5= razred

Upitnik o razredu

(upitnik treba popuniti za svaki razred posebno koji se proučava)

1. Broj razreda: _____
2. Na kojem se spratu nalaz ućionica?
3. U ovoj ućionici se nalazi standardno mjesto razreda? 1. Da 2. Ne

Ako je odgovor Ne, a ućionicu dijele različiti razredi, koliko dugo traje razredna nastava u ovoj ućionici (navedite procenat za cijelu sedmicu nastave _____%)

4. Koliko djece je općenito u ovoj ućionici? _____
5. Koliko se djece sada nalazi u ovoj ućionici? _____
6. Položaj razreda:
 1. gleda na ulicu
 2. gleda na dvorište ili vrt
 3. ostalo (molimo navedite):

7. Velićina ućionice

površina: _____ m² visina plafona: _____ m

8. Pod je napravljen od slijedećeg materijala:
 1. drvo
 2. plastika
 3. kamen il beton
 4. kamen ili beton pokriven sa tepihom / podnom oblogom
 5. ostalo (molimo, navedite.)
9. Zid je premazan / obložen sa
 1. bijelo obojen-može se prati
 2. bojom rastvorivom sa vodom
 3. vodo-otpornom bojom
 4. papirnom tapetom
 5. drvenim panelom / lamperija
 6. ostalo other (molimo, navedite) _____
10. Plafon je obložen / prekriven sa:
 1. krećom
 2. bojom rastvorivom sa vodom
 3. vodo-otpornom bojom
 4. papirnom tapetom
 5. drvenim panelom / lamperija
 6. ostalo other (molimo, navedite) _____

3. Упитник о респираторном здрављу детета и социо-економским условима и навикама родитеља/старатеља – попуњава родитељ-старатељ

Kod:

Karakter 1: Zemlja, 2: Grad, 3-4: Škola, 5: Razred, 6-7: Dijete

UPITNIK O DISAJNIM I ALERGIJSKIM SIMPTOMIMA ŠKOLSKE DJECE

I KUĆNOM AMBIJENTU

(popunjavaju roditelji djece)

0.) Ko je popunio upitnik? 1. majka 2. otac 3. neko drugi

A.) ŠKOLA

I. Naziv škole:

II. Adresa škole: (grad, ulica, Br. poštanski kod)

.....

III. Razred:

B.) LIČNI PODACI O DJETETU

I. Pol: 1: dječak 2: djevojčica

II. Starost: godina i mjeseci

III. Težina: kg

IV. Visina: cm

V. Poštanski broj kućne adrese:

C.) PODACI O RODITELJIMA

I. Starost (navršene godine): I.1. Majka: I.2. Otac:

II. Hronične bolesti:

MAJKA

OTAC

II.1. Hronični bronhitis:

1: da 2: ne

1: da 2: ne

II.2. Astma:

1: da 2: ne

1: da 2: ne

II.3. Alergija:

1: da 2: ne

1: da 2: ne

D.) INFORMACIJE O ROĐENJU DJETETA

I. Da li je trudnoća bila prva ili višestruka? 1. prva 2. višestruka

II. Da li je dijete bilo rođeno prije termina, u terminu ili poslije termina? 1. u terminu 2. prije termina
3. poslije termina

III. Da li je majka pušila u toku trudnoće? 1: ne 2: da, oko cigareta dnevno

IV. Težina djeteta po rođenju: grama

V. Da li je dijete dojilo? 1: da, do mjeseci starosti 2: ne

Da li je dijete imalo ozbiljne infekcije u grudima (bronhitis ili upalu pluća) u toku prve dvije godine života? 1: da 2: ne

VII. Koliko djetete ima braće i sestara? Mlađa braća i sestre:
Starije braće i sestre:

POPUNJAVANJE OVOG UPITNIKA JE DOBROVOLJNO. HVALA NA SURADNJI.

1

Прилог 2.

Табела 1: Корелација IAQ и OAQ у укупном узорку и према локацији

Табела 2 Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку

Табела 3. Корелација квалитета амбијенталног ваздуха (OAQ) у укупном узорку и особине учионице

Табела 4. Корелација квалитета амбијенталног ваздуха (OAQ) у укупном узорку и особине учионице

Табела 5. Корелација квалитета амбијенталног ваздуха (OAQ) у укупном узорку и особине учионице/2

Табела 6. Укупно корелација /школе и IAQ/OAQ према локацији школе

Табела 7. Корелација – појединачно школе и IAQ/OAQ

Табела 8. Повезаност особина учионице и појава респираторних сметњи – корелација заузетости простора учионице, квалитета и старости градње и њихова повезаност са појавом респираторних симптома

Табела 9. Активне карактеристике IAQ у односу на вредности спирометрије, укупно/1

Табела 10. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву: „кашаљ икада”

Табела 11. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву: „кашаљ ујутру, јесен/зима”

Табела 12. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву кашља дању/ноћу (јесен/зима)

Табела 13. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву кашља у континуитету од три месеца (јесен/зима)

Табела 14. Униваријантна логистичка регресиона анализа - предиктори за појаву респираторних и бронхитичних сметњи: кашља, визинга и продукта искашљавања/5

Табела 15. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинг икада”

Табела 16. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинга у последњих 12 месеци”

Табела 17. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинг после физичке активности”

Табела 18. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву сувог кашља

Табела 19. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву буђења услед визинга

Табела 20. Униваријантна линеарна регресиона анализа – табела са предикторима за појаву респираторних сметњи

Табела 1. Корелација IAQ и OAQ у укупном узорку и према локацији

IAQ/OAQ		OAQ										IAQ/Школа		
IAQ		NO ₂ (µg/m ³)	Бензен (µg/m ³)	Толуен (µg/m ³)	Етил - бензен (µg/m ³)	Ксилен (µg/m ³)	НСНО (µg/m ³)	СО ₂ (ppm)	СО (mg/m ³)	Т С°	РВВ %	PM ₁₀ (µg/m ³)	Према локацији школе	По школи
NO ₂ (µg/m ³)	R	,663**	-0,072	-0,022	,456**	,261**	-,381**	0,020	-,160**	,388**	-,102**	-,436**	,667**	,669**
	p	0,000	0,080	0,598	0,000	0,000	0,000	0,604	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
Бензен (µg/m ³)	R	,129**	,918**	-,100*	,310**	,525**	,242**	0,070	,658**	-,353**	-,490**	,429**	-,283**	-,575**
	p	0,002	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
Толуен (µg/m ³)	R	0,003	,508**	-0,050	,297**	,599**	0,016	,449**	,287**	-0,058	-,094*	,413**	,078*	0,000
	p	0,937	0,000	0,223	0,000	0,000	0,706	0,000	0,000	0,127	0,013	0,000	0,039	0,996
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
Етил - бензен (µg/m ³)	R	,248**	-0,070	-0,035	,399**	,307**	-,414**	0,027	-,110**	,126**	,154**	-,186**	,509**	,338**
	p	0,000	0,088	0,399	0,000	0,000	,000	0,483	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
Ксилен (µg/m ³)	R	,253**	,311**	-0,076	,447**	,360**	-,187**	0,034	,181**	-0,065	-0,030	-0,029	,390**	0,055
	p	0,000	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,377	0,000	0,087	0,429	0,447	0,000	0,144
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
НСНО (µg/m ³)	R	-,355**	,081*	-,206**	-,431**	-,403**	,277**	-0,006	-0,059	-,265**	,108**	,114**	-,400**	-,549**
	p	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,884	0,118	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	697	697	697	697	697	697	697
СО ₂ (ppm)	R	,345**	,182**	-0,058	,300**	,202**	-0,017	0,096*	,290**	,194**	-,239**	,106**	-0,023	-,127**
	p	0,000	0,000	0,161	0,000	0,000	0,689	0,028	0,000	0,000	0,000	0,004	0,537	0,001
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
СО (mg/m ³)	R	,231**	,510**	-0,061	,240**	,441**	-,128**	,324**	,680**	-,170**	-,260**	,433**	,104**	-,151**
	p	0,000	0,000	0,136	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
Т С°	R	-,125**	-0,019	-0,013	-0,046	-,244**	,248**	-0,069	,095**	,117**	-0,031	0,024	-,255**	-,194**
	p	0,002	0,651	0,756	0,268	0,000	0,000	0,062	0,010	0,002	0,400	0,510	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
РВВ (%)	R	-0,062	-,719**	-0,016	-,092*	-,499**	-0,018	0,067	-,435**	,450**	,399**	-,413**	,243**	,382**
	p	0,131	0,000	0,705	0,025	0,000	0,668	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
PM ₁₀ (µg/m ³)	R	-,159**	,430**	-,162**	-,374**	,212**	,226**	0,038	,394**	-,682**	,096**	,801**	-,368**	-,500**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,305	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
Према локацији школе/ OAQ	R	,31**	-,234**	,182**	,496**	,188**	-,505**	,090*	-,087*	,323**	-,080*	-,352**	1,000	,603**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,019	0,000	0,030	0,000		0,000
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735
Окренутост/ OAQ	R	,546**	-,562**	-0,007	,230**	0,002	-,464**	,152**	-,285**	,606**	-0,032	-,491**	,603**	1,000
	p	0,000	0,000	0,871	,000	0,955	0,000	0,000	0,000	0,000	0,386	0,000	0,000	
	N	594	594	594	594	594	576	735	735	735	735	735	735	735

Табела 2. Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку

IAQ		улица, двориште	Број деце / >20	Број деце / m ²	m ² / особи	Под учионице	Зидови учионице	Обнова боје/кречење	Клима да/не	Да ли се прозори отварају	Отварање прозора зими
NO ₂ (µg/m ³)	R	,075*	-,360**	-,385**	,322**	,147**	-,102**	-,278**	,158**	,222**	-,205**
	p	,049	,000	,000	,000	,000	,010	,000	,000	,000	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
Бензен (µg/m ³)	R	,047	,481**	-,004	,072	-,041	,241**	-,051	-,177**	-,330**	,264**
	p	,216	,000	,910	,080	,289	,000	,202	,000	,000	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
Толуен (µg/m ³)	R	-,191**	-,137**	-,445**	,367**	,569**	,164**	-,010	,037	-,272**	,050
	p	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,802	,331	,000	,196
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
Етил - Бензен (µg/m ³)	R	,157**	-,277**	-,306**	,222**	,457**	,197**	-,276**	,188**	-,028	-,248**
	p	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,466	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
Ксилен (µg/m ³)	R	-,065	-,071	-,375**	,309**	,393**	,254**	-,210**	,141**	,048	-,120**
	p	,084	,060	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,217	,002
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
НСНО (µg/m ³)	R	,068	,362**	,085*	-,249**	-,062	,084*	-,028	-,190**	-,128**	,490**
	p	,073	,000	,026	,000	,112	,033	,479	,000	,001	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
NO ₂ >40 (µg/m ³)	R	,495**	,092*	-,112**	,242**	-,246**	,089*	-,600**	,043	,179**	,019
	p	,000	,025	,006	,000	,000	,035	,000	,299	,000	,656
	N	594	594	594	486	565	566	541	594	563	580
Бензен (> 5µg/m ³)	R	,093*	,425**	,010	,044	,153**	,372**	-,212**	-,014	-,323**	,167**
	p	,014	,000	,800	,288	,000	,000	,000	,705	,000	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
НСНО >100µg/m ³	R	,145**	,185**	-,214**	,078	-,025	,109**	-,138**	-,076*	-,113**	,303**
	p	,000	,000	,000	,050	,520	,006	,001	,046	,004	,000
	N	697	697	697	589	656	639	632	697	666	671
CO ₂ (ppm)	R	,143**	,049	,208**	-,365**	,340**	,198**	,061	,015	-,288**	,243**
	p	,000	,188	,000	,000	,000	,000	,113	,681	,000	,000
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
CO ₂ / >1000 ppm	R	,142**	,051	,261**	-,395**	,288**	,259**	-,034	,208**	-,175**	,194**
	p	,000	,169	,000	,000	,000	,000	,385	,000	,000	,000
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
CO (mg/m ³)	R	,358**	,176**	-,059	,267**	,137**	,229**	-,163**	-,197**	-,401**	,103**
	p	,000	,000	,111	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,006
	N	735	735	735	627	694	677	670	735	704	709
VR l/s/особн	R	-,144**	-,089*	-,262**	,428**	-,302**	-,210**	-,032	-,007	,266**	-,224**
	p	,000	,016	,000	,000	,000	,000	,413	,856	,000	,000

Табела 3. Повезаност активних и пасивних карактеристика учионице у укупном узорку – чишћење учионице

IAQ		Чишћење/ доба дана	Учесталост чишћења	Усисив .	Метла	Моп	Моп / варикипа	Чишћење	Чишћење врста	Старост намештаја
NO ₂ (µg/m ³)	R	-,153**	,194**	,159**	-,310**	,144**	,158**	,306**	,278**	-,084*
	sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,046
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
Бензен (µg/m ³)	R	-,205**	-,134**	,271**	-,215**	-,258**	,260**	,089*	-,045	-,007
	sig.	,000	,001	,000	,000	,000	,000	,040	,298	,866
	Broj	697	634	697	697	697	697	530	530	567
Толуен (µg/m ³)	R	,249**	-,092*	,007	-,188**	,322**	,016	,300**	,334**	,192**
	sig.	,000	,021	,855	,000	,000	,681	,000	,000	,000
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
Етил- бензен (µg/m ³)	R	-,028	,093*	,135**	-,297**	,424**	-,070	,494**	,384**	,150**
	sig.	,456	,019	,000	,000	,000	,065	,000	,000	,000
	Broj	697	634	697	697	697	697	530	530	567
Ксилен (µg/m ³)	R	-,180**	-,009	,188**	-,286**	,281**	,242**	,469**	,460**	,074
	sig.	,000	,815	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,079
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
НСНО (µg/m ³)	R	,209**	,122**	,224**	-,067	-,162**	,229**	,031	-,045	-,212**
	sig.	,000	,002	,000	,076	,000	,000	,477	,299	,000
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
NO ₂ >40 (µg/m ³)	R	-,159**	,431**	,389**	-,325**	,118**	,301**	,472**	,327**	-,166**
	sig.	,000	,000	,000	,000	,004	,000	,000	,000	,000
	N	594	531	594	594	594	594	453	453	476
Бензен (> 5µg/m ³)	R	-,166**	-,092*	,301**	-,178**	-,093*	,238**	,220**	,079	,035
	sig.	,000	,020	,000	,000	,014	,000	,000	,071	,412
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
НСНО >100µg/m ³	R	,209**	,175**	,158**	-,100**	,037	,086*	,224**	,129**	-,136**
	sig.	,000	,000	,000	,008	,335	,023	,000	,003	,001
	N	697	634	697	697	697	697	530	530	567
CO ₂ (ppm)	R	,291**	-,131**	-,092*	,075*	-,010	-,057	-,171**	-,098*	,396**
	sig.	,000	,001	,013	,043	,789	,124	,000	,019	,000
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
CO ₂ / >1000 ppm	R	,238**	-,075*	-,122**	,100**	,069	,133**	-,080	,115**	,496**
	sig.	,000	,050	,001	,007	,060	,000	,058	,006	,000
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
CO (mg/m ³)	R	-,226**	,076*	,147**	-,434**	,036	-,126**	,194**	,003	,023
	sig.	,000	,049	,000	,000	,326	,001	,000	,945	,576
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605
VR l/s/особи	R	-,261**	,119**	,084*	-,119**	,040	,032	,180**	,106*	-,377**
	sig.	,000	,002	,023	,001	,279	,383	,000	,011	,000
	N	735	672	735	735	735	735	568	568	605

Табела 4. Корелација квалитета амбијенталног ваздуха (ОАQ) у укупном узорку и особине учионице

ОАQ		улица, дво- риште,	улица	N (> 20)	Број деце /m ²	m ² / особи	Врста подне облоге			Зидне облоге					
							Дрво	плас- тика	Тепих преко бетона	зидови кречење	Бело	Полу- дисп.	Водо-отп.	Тапет	Дрво / облога
NO ₂ (µg/m ³)	R	,441**	,535**	-,096*	-,461**	,475**	,031	-,133**	,129**	,220**	,218**	-,205**	,459**	-,118**	-,213**
	p	,000	,000	,023	,000	,000	,458	,002	,002	,000	,000	,000	,000	,005	,000
	N	577	577	564	504	486	565	565	565	566	566	566	566	566	566
Бензен (µg/m ³)	R	-,003	,031	,425**	-,231**	,245**	-,053	-,239**	,198**	,343**	-,117**	-,239**	,170**	,312**	,296**
	p	,942	,455	,000	,000	,000	,208	,000	,000	,000	,005	,000	,000	,000	,000
	N	577	577	564	504	486	565	565	565	566	566	566	566	566	566
Толуен (µg/m ³)	R	,089*	-,021	,050	-,577**	,518**	-,195**	-,054	,329**	,367**	,180**	-,511**	,329**	,294**	,138**
	p	,033	,606	,235	,000	,000	,000	,203	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001
	N	577	577	564	504	486	565	565	565	566	566	566	566	566	566
Етил- бензен (µg/m ³)	R	,218**	,129**	-,037	-,539**	,489**	-,124**	-,135**	,344**	,081	-,014	-,325**	,467**	-,106*	-,297**
	p	,000	,002	,387	,000	,000	,003	,001	,000	,053	,736	,000	,000	,012	,000
	N	577	577	564	504	486	565	565	565	566	566	566	566	566	566
Ксилен (µg/m ³)	R	,128**	,071	-,058	-,652**	,584**	-,174**	-,205**	,473**	,361**	,133**	-,408**	,231**	,312**	,246**
	p	,002	,089	,172	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,002	,000	,000	,000	,000
	N	577	577	564	504	486	565	565	565	566	566	566	566	566	566
НСНО (µg/m ³)	R	-,502**	-,408**	,439**	,148**	-,169**	-,007	-,074	,084*	-,147**	-,249**	,258**	-,154**	-,116**	-,027
	p	,000	,000	,000	,001	,000	,862	,084	,049	,001	,000	,000	,000	,007	,526
	N	559	559	546	486	468	547	547	547	548	548	548	548	548	548
CO ₂ (ppm)	R	,131**	,189**	-,161**	-,153**	,346**	-,321**	,164**	,155**	-,053	,033	-,040	-,099**	,218**	,011
	p	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,170	,395	,294	,010	,000	,782
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677
CO (mg/m ³)	R	,231**	,346**	,279**	-,072	,429**	,102**	-,315**	,191**	,313**	,105**	-,266**	,120**	,274**	,316**
	p	,000	,000	,000	,066	,000	,007	,000	,000	,000	,006	,000	,002	,000	,000
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677
Т С°	R	-,014	-,056	-,183**	-,217**	,264**	-,197**	-,007	,254**	-,181**	-,042	,000	,167**	-,248**	-,409**
	p	,709	,137	,000	,000	,000	,000	,860	,000	,000	,278	,999	,000	,000	,000
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677
РВВ (%)	R	-,086*	-,073	-,103**	,223**	-,297**	-,090*	,352**	-,319**	-,068	,030	,232**	-,256**	,110**	,055
	p	,021	,052	,006	,000	,000	,017	,000	,000	,079	,431	,000	,000	,004	,156
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677
PM10 > 50 µg/m ³	R	,212**	,280**	,099**	,263**	-,302**	-,004	-,047	,028	,288**	-,122**	-,092*	,091*	,155**	,300**
	p	,000	,000	,008	,000	,000	,909	,219	,458	,000	,001	,017	,017	,000	,000
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677
PM10 µg/m ³	R	,111**	,196**	,162**	,166**	-,148**	-,058	-,114**	,125**	,339**	-,032	-,222**	,071	,272**	,399**
	p	,003	,000	,000	,000	,000	,127	,003	,001	,000	,401	,000	,064	,000	,000
	N	718	718	705	645	627	694	694	694	677	677	677	677	677	677

Табела 5. Корелација квалитета амбијенталног ваздуха (ОАQ) у укупном узорку и особине учioniце/2

ОАQ		Луф-тирање	Луф-тирање зими	Чишћење	Усисавање	Метла	Моп	Моп/варикина	Чишћење	чишћење /суво, влажно, комбин.	Намештај	Старост намештаја
NO ₂ (µg/m ³)	R	,303**	-,113**	-,398**	,402**	-,437**	,061	,305**	,464**	,292**	-,340**	,015
	p	,000	,006	,000	,000	,000	,140	,000	,000	,000	,000	,749
	N	550	580	594	594	594	594	594	453	453	476	476
Бензен (µg/m ³)	R	-,045	,235**	-,130**	,318**	-,340**	,087*	,285**	,354**	,261**	-,087	-,065
	p	,293	,000	,002	,000	,000	,033	,000	,000	,000	,057	,155
	N	550	580	594	594	594	594	594	453	453	476	476
Толуен (µg/m ³)	R	-,073	-,008	-,137**	,267**	-,187**	,097*	,161**	,287**	,190**	-,136**	,118*
	p	,88	,843	,001	,000	,000	,017	,000	,000	,000	,003	,010
	N	550	580	594	594	594	594	594	453	453	476	476
Етил - бензен (µg/m ³)	R	,225**	-,118**	-,429**	,323**	-,320**	,014	,051	,395**	,143**	-,208**	,045
	p	,000	,004	,000	,000	,000	,734	,215	,000	,002	,000	,326
	N	550	580	594	594	594	594	594	453	453	476	476
Ксилен (µg/m ³)	R	-,017	,038	-,081*	,305**	-,376**	,112**	,200**	,388**	,272**	-,097*	,159**
	p	,686	,367	,049	,000	,000	,006	,000	,000	,000	,034	,000
	N	550	580	594	594	594	594	594	453	453	476	476
НСНО (µg/m ³)	R	,040	,361**	,187**	,162**	,056	-,287**	,239**	-,158**	-,176**	,003	-,293**
	p	,352	,000	,000	,000	,179	,000	,000	,001	,000	,949	,000
	N	532	562	576	576	576	576	576	435	435	458	458
CO ₂ (ppm)	R	,163**	,217**	,164**	,039	-,445**	,297**	-,194**	,326**	,250**	-,044	-,020
	p	,000	,000	,000	,288	,000	,000	,000	,000	,000	,282	,627
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605
CO (mg/m ³)	R	,184**	,161**	-,256**	,280**	-,377**	,026	,163**	,307**	,155**	-,143**	,025
	p	,000	,000	,000	,000	,000	,488	,000	,000	,000	,000	,544
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605
T C°	R	,271**	-,165**	-,016	,075*	-,241**	,085*	-,266**	,134**	-,050	-,349**	-,221**
	p	,000	,000	,674	,042	,000	,021	,000	,001	,233	,000	,000
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605
РВВ (%)	R	-,413**	-,148**	,364**	-,495**	,514**	,202**	-,272**	-,331**	-,034	,337**	,221**
	p	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,418	,000	,000
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605
PM10 > 50 µg/m ³	R	-,043	,259**	-,013	,100**	,123**	-,088*	,165**	-,106*	-,090*	,328**	,184**
	p	,263	,000	,724	,007	,001	,017	,000	,011	,033	,000	,000
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605
PM10 µg/m ³	R	-,141**	,276**	,021	,159**	,007	-,017	,203**	,069	,045	,252**	,172**
	p	,000	,000	,564	,000	,856	,648	,000	,101	,288	,000	,000
	N	691	709	735	735	735	735	735	568	568	605	605

Табела 6. Укупно корелација /школе и IAQ/OAQ према локацији школе

Параметри	Корелација IAQ/OAQ Pearson Correlation	Локација школе у граду/тип насеља		
		Приградско	Шире градско језгро	Строги центар
		N=244	N= 220	N=271
NO ₂ (µg/m ³)	R	,423**	,423**	-0,006
	Sig.	0,000	0,000	0,928
	N	222	222	213
Бензен (µg/m ³)	R	,912**	,935**	,412**
	Sig.	0,000	0,000	0,000
	N	222	159	213
Толуен (µg/m ³)	R	,222**	-0,079	-0,110
	Sig.	0,001	0,324	0,110
	N	222	159	213
Етил- бензен (µg/m ³)	R	,585**	,340**	0,072
	Sig.	0,000	0,000	0,298
	N	222	159	213
Ксилен (µg/m ³)	R	,911**	,293**	0,046
	Sig.	0,000	0,000	0,503
	N	222	159	213
НСНО (µg/m ³)	R	0,017	,739**	,302**
	Sig.	0,800	0,000	0,000
	N	222	159	195
CO ₂ (ppm)	R	,414**	,252**	-0,062
	Sig.	0,000	0,000	0,308
	N	244	220	271
CO (mg/m ³)	R	,765**	,704**	,772**
	Sig.	0,000	0,000	0,000
	N	244	220	271
Т С°	R	,366**	0,094	0,098
	Sig.	0,000	0,164	0,108
	N	244	220	271
РВВ (%)	R	,320**	,738**	0,071
	Sig.	0,000	0,000	0,245
	N	244	220	271
PM ₁₀ (µg/m ³)	R	,861**	,676**	,737**
	Sig.	0,000	0,000	0,000
	N	244	220	271

Табела 7. Корелација – појединачно школе и IAQ/OAQ IAQ/OAQ

Корелација IAQ/OAQ по школама		А. М.	К. А.	Н. Т.	И. Г. К.	Скад.	С. С.	Д. П.	П. П. Ђ.	Р. Л.	И. Г.
NO ₂ IAQ/OAQ	R	-,767**	-,509**	,699**	-,851**	,517**	,625**	-0,247**	,528**		1,000**
	p	0,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
Бензен IAQ/OAQ	R	,789**	,291*	-,622**	,897**	,503**	-,778**	,941**	,476**		-1,00**
	p	0,000	,016	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
Толуен IAQ/OAQ	R	0,014	-,308*	,301**	,845**	-,295**	-,732**	,475**	,757**		1,000**
	p	0,905	,011	,008	,000	,009	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
Етил-бензен IAQ/OAQ	R	-,681**	,067	-,567**	,987**	-,048	-,989**	,941**	,595**		1,000**
	p	0,000	,588	,000	,000	,678	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
Ксилен IAQ/OAQ	R	-0,041	,871**	-,979**	1,000**	0,060	-,999**	,970**	,682**		1,000**
	p	0,721	,000	,000	,000	,601	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
НСНО IAQ/OAQ	R	,239*	,521**	,b	-0,090	-,371**	-,942**	,b	-,483**		1,000**
	p	0,037	,000	,000	555	,001	,000	,000	,000		,000
	N	77	68	77	45	78	77	53	64		37
CO ₂ IAQ/OAQ	R	-,956**	,826**	0,082	,432**	-,470**	-,571**	-0,190	,628**	0,026	0,197
	p	0,000	,000	,478	,001	,000	,000	,173	,000	,835	,076
	N	99	68	77	61	78	77	53	76	64	82
CO IAQ/OAQ	R		,436**	,347**	,901**				,627**	1,000**	
	p		,000	,002	,000				,000	,000	
	N		68	77	61				76	64	
T C°	R	0,046	,502**	,478**	,550**	,590**	-,476**	,923**	,368**	,681**	-,226*
	p	0,648	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,000	,042
	N	99	68	77	61	78	77	53	76	64	82
RVV IAQ/OAQ	R	-0,133	-,798**	,576**	,359**	-0,103	,842**	,914**	,389**	,554**	,422**
	p	0,189	,000	,000	,004	,372	,000	,000	,001	,000	,000
	N	99	68	77	61	78	77	53	76	64	82
PM ₁₀ IAQ/OAQ	R	,780**	,756**	,457**	,956**	,598**	,925**	,937**	,725**	0,160	,453**
	p	0,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,207	,000
	N	99	68	77	61	78	77	53	76	64	82

Табела 8. Повезаност особина учионице и појава респираторних сметњи – корелација заузетости простора учионице, квалитета и старости градње и њихова повезаност са појавом респираторних симптома

Симптоми		улица, двориште	бр.депе />20	m ² / ученик	Број депе /m ²	Подне облоге	зидови кречење	Отварање прозора - дуфтирање зими	Старост намешт.	Учестал. чишћења	средство за чишћење	Врста чишћења
Кашаљ икад	R	-,058	,053	-,113**	,102**	-,067	-,075	,114**	-,030	-,037	-,147**	-,086*
	Sig.	,120	,155	,002	,006	,080	,054	,003	,464	,349	,001	,043
	N	717	717	717	717	677	660	692	590	656	554	554
Кашаљ ујутру Јесен/зима	R	-,038	,014	,027	-,001	-,036	-,051	,041	-,003	,030	-,029	,006
	Sig.	,309	,703	,468	,971	,355	,195	,285	,950	,444	,497	,883
	N	716	716	716	716	676	659	691	591	655	555	555
Продукт искашљавања	R	-,052	,049	-,189**	,169**	-,044	-,046	,127**	-,001	-,083*	-,147**	-,123**
	Sig.	,165	,188	,000	,000	,249	,236	,001	,74	,034	,000	,004
	N	717	717	717	717	677	659	691	591	657	556	556
Визинг у посл.12 месеци	R	-,021	,007	,001	,010	-,035	-,024	,031	-,007	-,032	-,110**	-,085*
	Sig.	,579	,842	,978	,796	,358	,542	,421	,862	,414	,009	,046
	N	716	716	716	716	677	660	691	590	657	555	555
Визинг после физ. активности	R	-,037	,043	-,021	,014	,015	-,079*	,051	-,045	-,017	-,093*	-,112**
	Sig.	,320	,252	,564	,701	,693	,041	,183	,275	,654	,028	,008
	N	722	722	722	722	682	664	696	595	662	559	559
Суви кашаљ последњих 12 месеци	R	,015	,047	-,108**	,108**	-,063	-,042	,012	,041	,034	-,091*	-,044
	Sig.	,687	,209	,004	,004	,101	,284	,750	,313	,384	,032	,297
	N	724	724	724	724	684	666	698	595	662	558	558
Пробуђен визингом последњих 12 месеци	R	-,031	,118**	-,039	,036	-,063	-,028	,092*	-,104*	-,050	,020	-,008
	Sig.	,401	,002	,292	,337	,098	,475	,015	,011	,202	,633	,844
	N	720	720	720	720	681	662	694	592	658	554	554
Визинг икада	R	-,045	,050	-,011	,007	-,030	-,064	,090*	-,082*	-,001	-,029	-,015
	Sig.	,229	,181	,764	,842	,427	,097	,017	,045	,976	,499	,725
	N	724	724	724	724	684	666	698	596	662	559	559
Икада дијагноза астме	R	-,049	,051	-,050	,034	-,088*	-,072	,083*	-,066	-,043	-,059	-,037
	Sig.	,190	,168	,176	,356	,022	,063	,029	,107	,271	,166	,389
	N	719	719	719	719	680	662	693	592	657	554	554
Астма лечена последњих 12 месеци	R	-,028	,013	-,036	,028	-,059	-,083*	,028	-,069	-,027	-,058	-,037
	Sig.	,456	,727	,330	,461	,122	,033	,469	,093	,488	,172	,382
	N	720	720	720	720	681	663	694	592	658	555	555
Дијагноза алергије	R	,025	,055	-,046	,014	-,033	-,019	,078*	-,022	,018	-,013	-,018
	Sig.	,493	,140	,214	,699	,383	,619	,049	,592	,640	,751	,672
	N	735	735	735	735	694	677	709	605	672	568	568

Табела 9. Активне карактеристике IAQ у односу на вредности спирометрије, укупно/1

Пирсонова корелација /IAQ		FVC	FEV1	FEV1/FVC
Зарађујуће материје				
NO ₂	R	,347**	,349**	-0,050
	sig	0,000	0,000	0,259
	N	518	517	518
Бензен	R	-,218**	-,224**	0,009
	sig	0,000	0,000	0,832
	N	518	517	518
Толуен	R	0,004	0,018	0,070
	sig	0,921	0,686	0,109
	N	518	517	518
Етил-бензен	R	,216**	,222**	0,017
	sig	0,000	0,000	0,700
	N	518	517	518
Ксилен	R	,114**	,116**	0,017
	sig	0,010	0,009	0,702
	N	518	517	518
Формалдехид	R	-,265**	-,284**	-0,046
	sig	0,000	0,000	0,299
	N	518	517	518
Елементи термалног комфора				
CO ₂	R	0,009	0,006	-0,010
	sig	0,826	0,895	0,808
	N	543	542	543
VR	R	,147**	,166**	0,037
	sig	0,001	0,000	0,394
	N	543	542	543
CO	R	-,103*	-,104*	-0,007
	sig	0,016	0,015	0,871
	N	543	542	543
Температура	R	-0,067	-,092*	-,092*
	sig	0,118	0,033	0,032
	N	543	542	543
PBV	R	,184**	,177**	-0,021
	sig	0,000	0,000	0,629
	N	543	542	543

Табела 10. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву: „кашаљ
икада”

Кашаљ икада	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,051	0,013	15,392	1	0,000	0,950	0,926	0,975
NO ₂ до и преко 40 (µg/m ³)	-0,680	0,232	8,610	1	0,003	0,507	0,322	0,798
Бензен (µg/m ³)	0,050	0,029	2,965	1	0,085	1,051	0,993	1,113
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,124	0,189	0,429	1	0,513	1,132	0,782	1,638
Толуен (µg/m ³)	-0,013	0,011	1,329	1	0,249	0,988	0,967	1,009
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,803	0,156	26,569	1	0,000	0,448	0,330	0,608
Ксилен (µg/m ³)	-0,052	0,020	6,562	1	0,010	0,950	0,913	0,988
Формалдехид (µg/m ³)	0,344	0,080	18,489	1	0,000	1,411	1,206	1,650
Формалдехид > 100 µg/m ³	-0,127	0,234	0,297	1	0,586	0,881	0,557	1,392
VR (l/s/особи)	-0,018	0,020	0,806	1	0,369	0,982	0,945	1,021
VR до и преко 8 l/s/особи	-0,327	0,188	3,012	1	0,083	0,721	0,499	1,043
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,336	1	0,562	1,000	1,000	1,000
CO ₂ до и преко 1000 ppm	0,164	0,192	0,730	1	0,393	1,178	0,809	1,715
CO (mg/m ³)	-0,034	0,152	0,050	1	0,823	0,967	0,718	1,302
CO, до и преко 3mg/m ³	0,000	0,192	0,000	1	0,999	1,000	0,687	1,456
Т (С°) испред учионице	-0,245	0,201	1,485	1	0,223	0,783	0,528	1,161
РВВ испред учионице	-0,016	0,181	0,008	1	0,930	0,984	0,690	1,404
Зона комфора	0,711	0,187	14,496	1	0,000	2,035	1,412	2,934
I/O Ratio	-0,475	0,275	2,979	1	0,084	0,622	0,362	1,067
I/O Ratio <1,1,>1	-0,087	0,096	0,827	1	0,363	0,917	0,760	1,106
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,005	0,002	5,549	1	0,018	1,005	1,001	1,009
PM ₁₀ (50,50-80,80+) µg/m ³	0,265	0,117	5,125	1	0,024	1,304	1,036	1,640
PM ₁₀ IAQ < 50/>50 µg/m ³	0,216	0,219	0,977	1	0,323	1,242	0,808	1,907

Табела 11. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву: „кашаљ ујутру, јесен/зима”

Кашаљ ујутру јесен/зима	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,037	0,017	4,642	1	0,031	0,964	0,932	0,997
NO ₂ до и преко 40 (µg/m ³)	-0,314	0,296	1,124	1	0,289	0,730	0,409	1,306
Бензен (µg/m ³)	0,036	0,038	0,924	1	0,336	1,037	0,963	1,116
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,103	0,249	0,170	1	0,680	1,108	0,680	1,807
Толуен (µg/m ³)	0,008	0,013	0,447	1	0,504	1,008	0,984	1,034
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,492	0,188	6,885	1	0,009	0,611	0,423	0,883
Ксилен (µg/m ³)	-0,040	0,026	2,413	1	0,120	0,961	0,913	1,011
Формалдехид (µg/m ³)	0,083	0,112	0,545	1	0,460	1,086	0,872	1,353
Формалдехид > 100 µg/m ³	0,058	0,323	0,032	1	0,858	1,059	0,563	1,994
VR (l/s/особи)	0,023	0,025	0,879	1	0,349	1,023	0,975	1,074
VR до и преко 8 l/s/особи	0,109	0,244	0,198	1	0,656	1,115	0,691	1,798
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,015	1	0,902	1,000	1,000	1,000
CO ₂ до и преко 1000 ppm	-0,168	0,248	0,457	1	0,499	0,846	0,520	1,375
CO (mg/m ³)	0,284	0,187	2,298	1	0,130	1,328	0,920	1,917
CO, до и преко 3mg/m ³	0,388	0,246	2,480	1	0,115	1,474	0,910	2,387
T (C°) испред учионице	-0,041	0,275	0,022	1	0,882	0,960	0,560	1,647
PBB испред учионице	-0,314	0,242	1,687	1	0,194	0,731	0,455	1,173
Зона комфора	-0,027	0,241	0,013	1	0,910	0,973	0,606	1,562
PM₁₀ I/O Ratio	-0,330	0,366	0,812	1	0,367	0,719	0,350	1,474
PM ₁₀ I/O Ratio <1,1,>1	-0,038	0,127	0,089	1	0,765	0,963	0,750	1,235
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,004	0,003	2,376	1	0,123	1,004	0,999	1,009
PM ₁₀ (50,50-80,80+) µg/m ³	0,152	0,156	0,946	1	0,331	1,164	0,857	1,580
PM ₁₀ IAQ < 50/>50 µg/m ³	0,088	0,290	0,092	1	0,761	1,092	0,618	1,928

Табела 12. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву кашља дању/ноћу (јесен/зима)

кашаљ дању/ноћу (јесен/зима)	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,030	0,017	2,935	1	0,087	0,971	0,938	1,004
NO ₂ до и преко 40 (µg/m ³)	-0,126	0,295	0,182	1	0,670	0,882	0,495	1,571
Бензен (µg/m ³)	0,097	0,036	7,291	1	0,007	1,102	1,027	1,182
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,276	0,252	1,197	1	0,274	1,318	0,804	2,162
Толуен (µg/m ³)	0,005	0,013	0,132	1	0,716	1,005	0,979	1,031
Етил бензен (µg/m ³)	-0,520	0,195	7,118	1	0,008	0,595	0,406	0,871
Ксилен (µg/m ³)	-0,005	0,022	0,054	1	0,817	0,995	0,953	1,039
Формалдехид (µg/m ³)	0,206	0,108	3,640	1	0,050	1,228	0,994	1,517
Формалдехид > 100 µg/m ³	0,611	0,389	2,466	1	0,116	1,842	0,859	3,950
VR (l/s/особи)	-0,031	0,028	1,219	1	0,270	0,969	0,917	1,024
VR до и преко 8 l/s/особи	-0,235	0,257	0,838	1	0,360	0,790	0,477	1,308
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,019	1	0,889	1,000	1,000	1,000
CO ₂ до и преко 1000 ppm	0,060	0,260	0,053	1	0,818	1,062	0,638	1,767
CO (mg/m ³)	0,163	0,196	0,694	1	0,405	1,178	0,802	1,730
CO, до и преко 3mg/m ³	0,235	0,255	0,850	1	0,356	1,265	0,768	2,084
Т (С°) испред учионице	-0,128	0,278	0,213	1	0,644	0,880	0,510	1,516
РВВ испред учионице	-0,386	0,248	2,431	1	0,119	0,680	0,418	1,104
Зона комфора	0,229	0,249	0,850	1	0,357	1,258	0,773	2,048
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,386	0,377	1,047	1	0,306	0,680	0,324	1,424
PM ₁₀ I/O Ratio <1, >1	-0,075	0,131	0,331	1	0,565	0,927	0,717	1,199
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,006	0,003	5,025	1	0,025	1,006	1,001	1,011
PM ₁₀ (50,50 - 80,80+) µg/m ³	0,425	0,169	6,323	1	0,012	1,530	1,098	2,130
PM ₁₀ IAQ < 50/>50 µg/m ³	0,730	0,352	4,286	1	0,038	2,074	1,040	4,138

Табела 13. Униваријантна логистичка регресиона анализа предиктори за појаву кашља у континуитету од три месеца (јесен/зима)

Кашаљ континуирано 3 месеца (јесен/зима)	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,046	0,030	2,386	1	0,122	0,955	0,900	1,013
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	-0,613	0,566	1,171	1	0,279	0,542	0,178	1,644
Бензен (µg/m³)	0,064	0,065	0,972	1	0,324	1,066	0,939	1,212
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,206	0,441	0,217	1	0,641	1,228	0,517	2,917
Толуен (µg/m ³)	-0,036	0,033	1,230	1	0,267	0,964	0,904	1,028
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,482	0,337	2,044	1	0,153	0,617	0,319	1,196
Ксилен (µg/m ³)	-0,049	0,050	0,959	1	0,328	0,952	0,862	1,051
Формалдехид (µg/m ³)	0,161	0,187	0,744	1	0,388	1,175	0,815	1,693
Формалдехид > 100 µg/m ³	-0,006	0,562	0,000	1	0,992	0,994	0,330	2,992
Зона комфора	0,436	0,434	1,009	1	0,315	1,547	0,661	3,621
VR (l/s/особи)	-0,037	0,050	0,553	1	0,457	0,964	0,874	1,062
VR до и преко 8 l/s/особи	-0,450	0,460	0,959	1	0,327	0,638	0,259	1,570
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,305	1	0,581	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	0,215	0,460	0,219	1	0,640	1,240	0,503	3,056
CO (mg/m ³)	0,234	0,326	0,514	1	0,474	1,263	0,667	2,393
CO, до и преко 3mg/m ³	0,093	0,445	0,044	1	0,835	1,097	0,459	2,627
Т С° испред учионице	-0,026	0,483	0,003	1	0,956	0,974	0,378	2,509
PВВ испред учионице	0,029	0,428	0,005	1	0,946	1,029	0,445	2,379
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,955	0,680	1,973	1	0,160	0,385	0,101	1,459
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	-0,198	0,235	0,713	1	0,398	0,820	0,517	1,300
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,003	0,005	0,357	1	0,550	0,003	0,994	1,012
PM ₁₀ 50,50-80,80+	0,052	0,268	0,038	1	0,846	1,053	0,623	1,781
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+	-0,533	0,447	1,423	1	0,233	0,587	0,244	1,409

Табела 14. Униваријантна логистичка регресиона анализа - предиктори за појаву респираторних и бронхитичних сметњи: кашља, визинга и продукта искашљавања/5

Продуктивни кашаљ	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,046	0,018	6,514	1	0,011	0,955	0,922	0,989
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	-0,729	0,334	4,768	1	0,029	0,482	0,251	0,928
Бензен (µg/m ³)	-0,014	0,044	0,108	1	0,743	0,986	0,904	1,074
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,029	0,267	0,012	1	0,913	1,030	0,610	1,738
Толуен (µg/m ³)	-0,106	0,030	12,097	1	0,001	0,899	0,847	0,955
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,643	0,211	9,272	1	0,002	0,526	0,348	0,795
Ксилен (µg/m ³)	-0,100	0,035	8,052	1	0,005	0,905	0,844	0,969
Формалдехид (µg/m ³)	0,448	0,101	19,529	1	0,000	1,565	1,283	1,909
Формалдехид > 100 µg/m ³	-0,694	0,293	5,628	1	0,018	0,500	0,282	0,886
Зона комфора	1,097	0,285	14,795	1	0,000	2,995	1,713	5,238
VR (l/s/особи)	-0,050	0,030	2,721	1	0,099	0,951	0,896	1,009
VR до и преко 8 l/s/особи	-0,801	0,290	7,595	1	0,006	0,449	0,254	0,794
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,910	1	0,340	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	0,647	0,297	4,758	1	0,029	1,910	1,068	3,417
CO (mg/m ³)	-0,599	0,262	5,225	1	0,022	0,549	0,328	0,918
CO, до и преко 3mg/m ³	-0,723	0,311	5,425	1	0,020	0,485	0,264	0,892
Т ° испред учионице	-0,041	0,289	0,020	1	0,888	0,960	0,545	1,690
РВВ испред учионице	0,598	0,270	4,907	1	0,027	1,819	1,071	3,088
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,298	0,387	0,594	1	0,441	0,742	0,348	1,584
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	0,003	0,133	0,000	1	0,982	1,003	0,773	1,301
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,003	0,003	1,012	1	0,314	1,003	0,997	1,008
PM ₁₀ 50,50-80, 80+ (µg/m ³)	0,287	0,167	2,938	1	0,049	1,332	0,960	1,848
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	0,132	0,306	0,187	1	0,665	1,141	0,627	2,079

Табела 15. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинг икада”

визинг икада	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	0,007	0,013	0,277	1	0,599	1,007	0,981	1,033
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	-0,031	0,217	0,020	1	0,887	0,970	0,633	1,484
Бензен (µg/m³)	0,039	0,029	1,818	1	0,178	1,040	0,982	1,101
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,289	0,188	2,367	1	0,039	1,434	0,924	1,927
Толуен (µg/m ³)	-0,004	0,010	0,144	1	0,704	0,996	0,976	1,016
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,146	0,113	1,668	1	0,197	0,865	0,693	1,078
Ксилен (µg/m ³)	-0,008	0,016	0,253	1	0,615	0,992	0,960	1,024
Формалдехид (µg/m ³)	0,100	0,085	1,374	1	0,241	1,105	0,935	1,306
Формалдехид > 100 µg/m ³	0,180	0,249	0,524	1	0,469	1,198	0,735	1,952
Зона комфора	0,435	0,184	5,602	1	0,018	1,546	1,078	2,217
VR (l/s/особи)	0,010	0,019	0,270	1	0,604	1,010	0,973	1,048
VR до и преко 8 l/s/особи	0,145	0,184	0,621	1	0,431	1,156	0,806	1,656
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,051	1	0,821	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	-0,159	0,188	0,716	1	0,397	0,853	0,591	1,232
CO (mg/m ³)	0,090	0,149	0,365	1	0,546	1,094	0,817	1,465
CO, до и преко 3mg/m ³	0,155	0,190	0,671	1	0,413	1,168	0,805	1,695
T C°	-0,202	0,203	0,986	1	0,321	0,817	0,549	1,217
PВВ	-0,171	0,182	0,881	1	0,348	0,843	0,591	1,204
PM ₁₀ I/O Ratio	0,040	0,269	0,022	1	0,883	1,040	0,614	1,763
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	-0,011	0,095	0,013	1	0,908	0,989	0,821	1,192
PM ₁₀ (µg/m ³)	-0,001	0,002	0,099	1	0,753	0,999	0,995	1,004
PM ₁₀ 50,50-80, 80+ (µg/m ³)	-0,070	0,114	0,371	1	0,542	0,933	0,746	1,167
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	-0,193	0,208	0,861	1	0,353	0,825	0,549	1,239

Табела 16. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинга у последњих 12 месеци”

Визинг у последњих 12 месеци	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	0,007	0,018	0,128	1	0,720	1,007	0,971	1,043
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	-0,332	0,313	1,127	1	0,288	0,717	0,389	1,324
Бензен (µg/m³)	0,061	0,039	2,434	1	0,119	1,063	0,984	1,148
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,230	0,263	0,766	1	0,382	1,259	0,752	2,106
Толуен (µg/m ³)	0,006	0,014	0,183	1	0,669	1,006	0,979	1,033
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,341	0,186	3,369	1	0,066	0,711	0,494	1,023
Ксилен (µg/m ³)	-0,017	0,025	0,445	1	0,505	0,984	0,937	1,033
Формалдехид (µg/m ³)	-0,005	0,124	0,002	1	0,968	0,995	0,781	1,268
Формалдехид > 100 µg/m ³	-0,228	0,319	0,511	1	0,475	0,796	0,426	1,488
Зона комфора	0,228	0,255	0,800	1	0,371	1,257	0,762	2,072
VR (l/s/особи)	0,207	0,255	0,659	1	0,417	1,230	0,746	2,027
VR до и преко 8 l/s/ особи	0,207	0,255	0,659	1	0,417	1,230	0,746	2,027
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,433	1	0,511	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	-0,126	0,262	0,231	1	0,631	0,882	0,528	1,473
CO (mg/m ³)	0,001	0,212	0,000	1	0,997	1,001	0,660	1,517
CO, до и преко 3mg/m ³	0,146	0,264	0,308	1	0,579	1,158	0,690	1,943
T C°	0,429	0,321	1,788	1	0,181	1,535	0,819	2,878
PBB	-0,320	0,254	1,590	1	0,207	0,726	0,442	1,194
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,179	0,139	1,656	1	0,198	0,836	0,637	1,098
PM ₁₀ I/O Ratio < 1, 1, >1	-0,313	0,388	0,653	1	0,419	0,731	0,342	1,563
PM ₁₀ (µg/m ³)	-0,004	0,003	1,431	1	0,232	0,996	0,990	1,002
PM ₁₀ 50,50-80, 80+ (µg/m ³)	-0,178	0,158	1,283	1	0,257	0,837	0,614	1,139
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	-0,139	0,289	0,231	1	0,630	0,870	0,493	1,534

Табела 17. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву „визинг после физичке активности”

визинг после физичке активности	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,027	0,024	1,193	1	0,275	0,974	0,928	1,021
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	-0,459	0,439	1,092	1	0,296	0,632	0,267	1,495
Бензен (µg/m³)	0,092	0,050	3,349	1	0,067	1,096	0,994	1,209
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,792	0,355	4,978	1	0,026	2,207	1,101	4,425
Толуен (µg/m ³)	0,022	0,016	1,837	1	0,175	1,022	0,990	1,055
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,415	0,265	2,458	1	0,117	0,660	0,393	1,109
Ксилен (µg/m ³)	-0,034	0,037	0,816	1	0,366	0,967	0,899	1,040
Формалдехид (µg/m ³)	0,223	0,146	2,335	1	0,126	1,250	0,939	1,663
Формалдехид > 100 µg/m ³	0,840	0,613	1,876	1	0,171	2,316	0,696	7,701
Зона комфора	0,234	0,341	0,472	1	0,492	1,264	0,648	2,463
VR (l/s/особи)	-0,050	0,041	1,488	1	0,223	0,951	0,878	1,031
VR до и преко 8 l/s/особи	0,115	0,341	0,114	1	0,735	1,122	0,575	2,189
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	3,691	1	0,050	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	-0,115	0,348	0,108	1	0,742	0,892	0,451	1,765
CO (mg/m ³)	0,111	0,272	0,166	1	0,683	1,117	0,655	1,905
CO, до и преко 3mg/m ³	0,326	0,345	0,893	1	0,345	1,385	0,705	2,721
T C°	-0,092	0,380	0,058	1	0,809	0,912	0,433	1,923
PBB	-0,388	0,339	1,314	1	0,252	0,678	0,349	1,317
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,573	0,527	1,183	1	0,277	0,564	0,201	1,584
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	-0,404	0,204	3,921	1	0,048	0,668	0,448	0,996
PM ₁₀ (µg/m ³)	-0,002	0,004	0,223	1	0,637	0,998	0,990	1,006
PM ₁₀ 50,50-80, 80+ (µg/m ³)	-0,044	0,212	0,043	1	0,836	0,957	0,631	1,451
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	-0,187	0,381	0,240	1	0,624	0,830	0,393	1,750

Табела 18. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву сувог кашља

Суви кашаљ	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,021	0,015	1,944	1	0,163	0,979	0,950	1,009
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	0,009	0,248	0,001	1	0,970	1,009	0,621	1,640
Бензен (µg/m ³)	-0,013	0,036	0,132	1	0,716	0,987	0,919	1,060
Бензен до и преко 5 µg/m ³	-0,145	0,228	0,406	1	0,524	0,865	0,553	1,352
Толуен (µg/m ³)	-0,038	0,016	5,660	1	0,017	0,963	0,934	0,993
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,283	0,148	3,640	1	0,050	0,753	0,563	1,008
Ксилен (µg/m ³)	-0,031	0,022	2,039	1	0,153	0,969	0,928	1,012
Формалдехид (µg/m ³)	0,172	0,096	3,196	1	0,074	1,187	0,984	1,433
Формалдехид > 100 µg/m ³	-0,178	0,273	0,425	1	0,515	0,837	0,490	1,429
Зона комфора	0,512	0,219	5,462	1	0,019	1,668	1,086	2,562
VR (l/s/особи)	-0,019	0,024	0,613	1	0,433	0,982	0,937	1,028
VR до и преко 8 l/s/особи	-0,413	0,227	3,323	1	0,068	0,662	0,424	1,032
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	0,065	1	0,799	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	0,315	0,233	1,827	1	0,176	1,370	0,868	2,161
CO (mg/m ³)	-0,171	0,187	0,838	1	0,360	0,843	0,584	1,216
CO, до и преко 3mg/m ³	-0,155	0,231	0,448	1	0,504	0,857	0,544	1,348
T C°	-0,064	0,243	0,070	1	0,792	0,938	0,583	1,509
PBB	0,373	0,220	2,876	1	0,090	1,452	0,944	2,235
PM ₁₀ I/O Ratio	0,021	0,318	0,004	1	0,947	1,022	0,548	1,905
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	0,149	0,110	1,831	1	0,176	1,161	0,935	1,440
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,021	0,318	0,004	1	0,947	1,022	0,548	1,905
PM ₁₀ 50,50-80, 80+ (µg/m ³)	0,115	0,137	0,712	1	0,399	1,122	0,859	1,467
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	0,024	0,252	0,009	1	0,926	1,024	0,625	1,676

Табела 19. Униваријантна логистичка регресиона анализа – IAQ концентрације полутаната, као предиктори за појаву буђења услед визинга

Буђење због визинга	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
NO ₂ (µg/m ³)	-0,027	0,022	1,464	1	0,226	0,973	0,931	1,017
NO ₂ до и преко 40 µg/m ³	0,235	0,347	0,460	1	0,498	1,265	0,641	2,495
Бензен (µg/m ³)	0,131	0,045	8,596	1	0,003	1,140	1,044	1,244
Бензен до и преко 5 µg/m ³	0,723	0,324	4,983	1	0,026	2,060	1,092	3,886
Толуен (µg/m ³)	-0,007	0,019	0,158	1	0,691	0,993	0,957	1,030
Етил-бензен (µg/m ³)	-0,388	0,238	2,654	1	0,103	0,679	0,426	1,082
Ксилен (µg/m ³)	0,010	0,026	0,149	1	0,699	1,010	0,959	1,064
Формалдехид (µg/m ³)	0,313	0,129	5,865	1	0,015	1,367	1,061	1,761
Формалдехид > 100 µg/m ³	0,734	0,536	1,874	1	0,171	2,083	0,728	5,957
Зона комфора	0,566	0,323	3,071	1	0,080	1,760	0,935	3,313
VR (l/s/особи)	-0,027	0,035	0,583	1	0,445	0,973	0,908	1,043
VR до и преко 8 l/s/ особи	-0,195	0,323	0,363	1	0,547	0,823	0,437	1,550
CO ₂ (ppm)	0,000	0,000	5,647	1	0,017	1,000	1,000	1,000
CO ₂ (>1000 ppm)	0,062	0,328	0,036	1	0,850	1,064	0,560	2,024
CO (mg/m ³)	-0,320	0,292	1,200	1	0,273	0,726	0,410	1,287
CO, до и преко 3mg/m ³	-0,180	0,340	0,281	1	0,596	0,835	0,429	1,627
T C°	0,031	0,359	0,008	1	0,931	1,032	0,510	2,086
PBV	-0,220	0,311	0,499	1	0,480	0,803	0,436	1,477
PM ₁₀ I/O Ratio	-0,233	0,472	0,243	1	0,622	0,792	0,314	1,999
PM ₁₀ I/O Ratio < 1,1, >1	-0,076	0,166	0,208	1	0,649	0,927	0,670	1,284
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,001	0,004	0,055	1	0,814	0,001	0,994	1,008
PM ₁₀ 50, 50-80, 80+ (µg/m ³)	0,075	0,198	0,144	1	0,704	0,078	0,731	1,591
PM ₁₀ IAQ до 50, 50+ (µg/m ³)	0,069	0,371	0,035	1	0,852	1,072	0,518	2,217

Табела 20. Униваријантна линеарна регресиона анализа – табела са предикторима за појаву респираторних сметњи

Средње вредности	Нест. Beta коеф		Станд.коэф.	t	Sig.	95.0% C. I.for B	
	B	S. E.	Beta			Доња	Горња
IAQ концентрација полутаната и елемената термалног комфора							
NO ₂	-0,003	0,003	-0,045	-1,183	0,237	-0,008	0,002
Бензен	0,002	0,006	0,012	0,315	0,753	-0,010	0,014
Толуен	-,003	0,002	-0,051	-1,341	0,180	-0,007	0,001
Етил-бензен	-0,067	0,021	-0,120	-3,195	0,001	-0,108	-0,026
Ксилен	-0,006	0,003	-0,074	-1,966	0,050	-0,013	0,000
Формалдехид	0,048	0,018	0,102	2,705	0,007	0,013	0,083
CO ₂	0,000	0,000	-0,023	-0,630	0,529	0,000	0,000
VR	0,000	0,004	-0,001	-0,023	0,981	-0,008	0,008
CO	-0,005	0,030	-0,006	-0,160	0,873	-0,065	0,055
T (C°)	0,027	0,011	0,088	2,396	0,017	0,005	0,049
PBV (%)	0,002	0,002	0,031	0,846	0,398	-0,002	0,005
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,000	0,000	0,006	0,172	0,863	-0,001	0,001
PM ₁₀ I/O RATIO	0,026	0,055	0,018	0,486	0,627	-0,081	0,134
OAQ концентрација полутаната и елемената термалног комфора							
NO ₂	-0,002	0,002	-0,044	-1,073	0,284	-0,005	0,002
бензен	-0,005	0,008	-0,028	-0,677	0,499	-0,021	0,010
толуен	0,000	0,000	0,010	0,240	0,810	-0,001	0,001
Етил-бензен	-0,027	0,031	-0,037	-0,890	0,374	-0,088	0,033
Ксилен	-0,014	0,007	-0,085	-2,077	0,038	-0,027	-0,001
Формалдехид	0,055	0,080	0,029	0,690	0,490	-0,102	0,213
CO ₂	0,000	0,000	-0,012	-0,316	0,752	-0,001	0,001
CO	-0,019	0,020	-0,036	-0,969	0,333	-0,059	0,020
Температура (C°)	0,000	0,003	-0,002	-0,052	0,958	-0,007	0,006
PBV (%)	0,000	0,001	0,007	0,190	0,850	-0,002	0,003
PM ₁₀ (µg/m ³)	0,015	0,022	0,025	0,680	0,496	-0,028	0,057

Скраћенице и хемијске формуле коришћене у тексту докторске дисертације

У циљу ефикаснијег приказивања резултата у тексту ове докторске дисертације, намеће се потреба да се неорганска хемијска једињења приказују својом хемијском формулом. У таква једињења, од значаја за истраживање, спадају: угљен-моноксид, угљен-диоксид, азот-диоксид. С друге стране, органска једињења чије мерење је вршено у истраживању биће помињана искључиво својим називом, с обзиром да њихове хемијске формуле не спадају у оквир опште познатих, попут формалдехида, бензена, етил-бензена, ксилена, толуена.

Када су у питању скраћенице које ће бити понављане у тексту тезе, разлог за такво одређење је што за одређене параметре не постоји термин на српском језику, а што захтева да се кроз цео текст исти приказује искључиво на индиректни, описни начин, што у многама продужава сам текст.

Списак и тумачење коришћених термина и скраћеница:

- NO_2 – азот-диоксид
- CO_2 – угљен-диоксид
- CO – угљен-моноксид
- PM_{10} – честице пречника мањег од 10 микрона (μ)
- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – микрограм на метар кубни
- mg/m^3 – милиграм на метар кубни
- ppm (*parts per million*)
- HCHO – формалдехид
- C_6H_6 – бензен
- C_8H_{10} – етилбензен
- C_7H_8 – толуен
- $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ – ксилен

MEME Model (*Multiple Exposure Multiple Effects Model*) = Модел вишеструких изложености и вишеструких ефеката

SEARCH - *School Environment and Respiratory Health in Children*

IAQ – *indoor air quality* = квалитет ваздуха затвореног простора

PM₁₀ IAQ – концентрација PM₁₀ у ваздуху затвореног простора (у овом случају, учионице)

OAQ – *outdoor air quality* = квалитет амбијенталног ваздуха (у овом случају, испред учионице)

PM₁₀ OAQ – концентрација PM₁₀ у амбијенталном ваздуху (у овом случају, испред учионице)

VR – *ventilation rate* = динамика дотока свежег ваздуха од споља у неки затворени простор, по особи, присутној у датом затвореном простору (l/sec/особи).

СЗО - Светска здравствена организација

IPCS - *International Programme on Chemical Safety*, Међународни програм за хемијску безбедност

БиХ - Босна и Херцеговина

VOCs - *Volatile organic compounds* = испарљива органска једињења

BeToXy - збирни назив за групу органских једињења бензен - толуен - ксилени, која се, углавном, заједно прате, као полутанти пореклом од саобраћаја