

ZDRAVSTVENO-EKOLOŠKI  
ČIMBENICI U OSNOVNIM  
ŠKOLAMA U REPUBLICI  
HRVATSKOJ

RUJAN, 2015.

**Izdavač**

Hrvatski zavod za javno zdravstvo

---

**Urednici**

doc.dr. sc. Ranko Stevanović, prim.dr.med.  
dr.sc. Ivana Pavić Šimetin, dr.med.

---

**Autori**

doc.dr.sc. Krunoslav Capak, dr.med.  
Andreja Baršin  
Dario Brdarić, dipl.ing.  
Pavle Jeličić, univ.mag.dr.med.  
dr.sc. Nataša Janev, dipl.ing.  
dr.sc. Vedran Poljak, dr.med.  
prof.dr.sc. Jagoda Doko Jelinić, dipl.ing.

---

**Dizajn i oblikovanje**

Mag.diz. Marina Mijatović

---

**Tisk**

PRINTERA GRUPA d.o.o.

---

**Naklada**

2000 primjeraka

---

**ISBN 978-953-7031-56-5**

# **SADRŽAJ**

- 1. Uvod**
- 2. Čimbenici okoliša zatvorenog prostora koji mogu djelovati na zdravlje učenika**
- 3. Nadzor nad okolišnim čimbenicima u hrvatskim osnovnim školama**
- 4. Rezultati**
  - 4.1 Rezultati anketnog ispitivanja odgovornih osoba**
  - 4.2 Rezultati anketnog ispitivanja učenika**
  - 4.3 Zdravstveno-ekološki izvid i izvori onečišćenja zraka u okolišu škola**
  - 4.4 Rezultati izloženosti učenika na vlagu i plijesan**
  - 4.5 Rezultati kvalitete zraka u učionicama**
- 5. Osrt na međunarodne rezultate**
- 6. Zaključak**
- 7. Preporuke**
- 8. Sažetak**
- 9. Abstract**
- 10. Korištena literatura**

# PREDGOVOR

U skladu s ishodima Pete ministarske konferencije o okolišu i zdravlju, održane u Parmi 2010.godine i na kojoj su donesena četiri regionalna prioriteta cilja za zaštitu zdravlja djece, Hrvatski zavod za javno zdravstvo s mrežom županijskih zavoda i Ministarstvom zdravlja proveo je program praćenja zdravstveno-ekoloških pokazatelja primjene Parmske deklaracije. Program je posebno usmjeren na čimbenike okoliša s potencijalno štetnim djelovanjem na zdravlje djece tijekom njihova boravka u osnovnim školama, s osnovnom svrhom ukazivanja na tu problematiku i poboljšanja okoliša i kvalitete života u školama. Regionalni ured za Europu Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) i Europski centar za okoliš i zdravlje izradili su protokol ovoga istraživanja i proveli niz edukacija i tehničkih konzultacija koje su imale za cilj pomoći zemljama u provedbi ovog istraživanja. Metodologija istraživanja je razvijena u suradnji sa Zajedničkim istraživačkim centrom Europske Komisije (JRC, Ispra), Finskim institutom za zdravlje i socijalnu skrb, organizacijom Žene u Europi za zajedničku budućnost (WECF) te drugim stručnim institucijama.

Kvaliteta zraka, problem vlage i pljesni, te dostupnost zdravstveno ispravne vode i adekvatan sanitarno - higijenski standard koji čine sanitarne prostorije, sanitarna oprema i higijenske potrepštine kritične su komponente cjelokupnog školskog okoliša koji bi trebao školskoj djeci pružiti zdrav i ugodan ambijent za boravak i učenje u školi. Onečišćivači zraka u učionicama mogu doprinijeti nastanku niza zdravstvenih problema, uključujući astmu, infekcije dišnih puteva, alergijske reakcije, glavobolje, začepljenje nosa, upale oka i iritacije kože, kašalj, kihanje, umor, vrtoglavicu i mučninu. Pored toga, ekstremne temperature, neadekvatna ventilacija i vлага mogu prouzročiti osjećaj nelagode, što može utjecati na negativne ishode učenja kod djece. Istraživanja pokazuju da više od trećine europske djece pati od astme ili alergija, a učestalost dišnih bolesti i dalje raste. Među prvih pet najčešćih uzroka hospitalizacija školske djece nalazi se astma, a u savjetovalištima školske medicine više od trećine roditelja zatraži pomoć zbog problema djece s učenjem. Smatramo da, sa zdravstvenog stajališta, postoji potreba za programom redovitog nadzora okoliša u školama, a do sada se ovakva istraživanja i nadzor unutarnjeg okoliša kod nas nisu provodili. Ovim istraživanjem nastojali smo steći uvid u stanje unutarnjeg okoliša i najvažnijih okolišnih čimbenika u osnovnim školama u Hrvatskoj.

Europljani provedu u prosjeku oko 90% vremena u zatvorenom prostoru. Djeca i školsko osoblje dio dana provode unutar školskih prostorija. Životno razdoblje rasta, razvoja i školovanja čini populaciju školske djece osobito osjetljivom na čimbenike okoliša. Zdravo školsko okruženje može, stoga, direktno poboljšati zdravlje djece i unaprijediti učinkovitost učenja, pridonoseći razvoju zdravih odraslih osoba. Kvaliteta zraka zatvorenih prostora ima značajan utjecaj na kvalitetu života i zdravlja ljudi. Smanjena kvaliteta zraka u zatvorenom prostoru unutar školskih zgrada može rezultirati ozbiljnim zdravstvenim teškoćama kod djece, koja su podložnija negativnim utjecajima onečišćenog zraka od odraslih osoba, kao i kod nastavnika i drugog školskog osoblja.

Na Petoj ministarskoj konferenciji o okolišu i zdravlju (Parma, 2010) države članice Europske regije Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) obvezale su se Parmskom deklaracijom na zaštitu zdravlja djece kroz provedbu četiri regionalna prioriteta cilja (RPG): 1. osigurati dostupnost zdravstveno ispravne vode za piće i adekvatnu sanitaciju kod kuće, u centrima za njegu djece, vrtićima, školama, zdravstvenim ustanovama i rekreacijskim centrima; 2. spriječiti ozljede i pretilost putem sigurnih školskih okruženja za fizičke aktivnosti i zdravu prehranu; 3. spriječiti bolesti kroz poboljšanu kvalitetu vanjskog zraka i zraka u zatvorenim prostorima; 4. smanjiti rizik od bolesti koje nastaju zbog izloženosti opasnim kemikalijama te štetnim fizikalnim i biološkim agensima.

Također, dogovorena je standardizirana metodologija i indikatori provedbe navedenih obaveza u školama, kojim su obuhvaćeni sljedeći ciljevi:

#### **RPG 1. Voda i sanitacija**

- Pristup ispravnim i pravilno održavanim sanitarnim čvorovima u školama
- Higijenska praksa u školama

#### **RPG 2. Pretilost i ozljede**

- Udio djece koja idu u školu i način prijevoza

### **RPG 3. Onečišćenje zraka**

- Vlaga i plijesan u školama
- Nedovoljna ventilacija u školama
- Izloženost odabranim kemijskim onečišćivačima u zraku učionica
- Konzumiranje duhanskih proizvoda u školama i na školskom vanjskom prostoru

Temeljem navedenog, Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) je predložio poseban program koji su Ministarstvo zdravlja i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta podržali i odobrili. Geografski klasteri škola izabrani su standardiziranim shemom uzorkovanja. Škole su nasumično odabrane iz svakog klastera, a inspekcijski izvidi i mjerenja provedena su tijekom jedne školske godine u hladnijoj sezoni kako bi okarakterizirali ventilaciju i razine unutarnjih onečišćivača kojima su učenici izloženi.

# 2. ČIMBENICI OKOLIŠA ZATVORENOG PROSTORA KOJI MOGU DJELOVATI NA ZDRAVLJE UČENIKA

## IZVORI ONEČIŠĆENJA ZRAKA U ZATVORENOM PROSTORU

Izvori onečišćenja većinom se nalaze unutar školskih zgrada, no onečišćenja u zatvoreni prostor mogu doći i iz vanjskog okoliša. Onečišćivači zraka unutarnjeg prostora škola su čestice, prašina, biološki agensi (bakterije, virusi i plijesni), plinovi i pare. Školski namještaj, oprema, uređaji i kemikalije za čišćenje predstavljaju glavne izvore kemijskog onečišćenja zraka u školskim prostorima. Iz vanjskog u unutarnji okoliš onečišćenja mogu doći zbog blizine prometnica, industrijskih ili energetskih objekata.

Onečišćen unutarnji zrak u zatvorenom prostoru može uzrokovati brojne zdravstvene poteškoće kao što su: alergije, astma, infektivne bolesti, iritacije kemijskim parama, smanjenje respiratorne funkcije, iritacija i oštećenje sluznice respiratornog trakta, akutne i kronične bolesti pluća, upale sinusa te smanjenje mentalnih funkcija, glavobolje, poremećaj pažnje i problem s učenjem.

# GLAVNI ONEČIŠĆIVAČI UNUTARNJEG ZRAKA I UTJECAJ NA ZDRAVLJE DJECE

CO<sub>2</sub>

## UGLJIKOV DIOKSID

Ugljikov dioksid CO<sub>2</sub> produkt je sagorijevanja organskog materijala i ljudske respiracije odnosno disanja. U prostorijama škole njegov higijenski značaj posebno je velik jer se u malom zatvorenom prostoru nalazi veliki broj učenika. Koncentracija CO<sub>2</sub> se u zatvorenim prostorijama vrlo jednostavno snižava provjetravanjem. Prema radnoj skupini Njemačke komisije za kvalitetu zraka u zatvorenim prostorima, određeni su kriteriji za evaluaciju zraka:

CO<sub>2</sub> < 1000 ppm: higijenski besprijekorno

CO<sub>2</sub> 1000-2000 ppm: higijenski upitno

CO<sub>2</sub> > 2000 ppm: higijenski neprihvatljivo

U slučaju koncentracije CO<sub>2</sub> veće od 1000 ppm preporučljivo je provjetriti prostoriju; kod vrijednosti iznad 2000 ppm provjetravanje je nužno. Preporuka je spustiti udio CO<sub>2</sub> ispod 1000 ppm. CO<sub>2</sub> je opasan za zdravlje, a porast njegove koncentracije smanjuje udio kisika, umanjuje mentalne sposobnosti te povećava umor, glavobolju, mučninu i vrtoglavicu.



## DUHANSKI DIM

Pušenje je ovisnost koja ima opće negativno djelovanje na organizam. Nedvojbeno je dokazano da pušenje ozbiljno šteti zdravlju i uzrokuje mnoge bolesti kao što su kronični bronhitis i emfizem ili kronična opstruktivna bolest pluća (KOPB), rak pluća i drugih sijela, moždani i srčani udar i dr. Pušači umiru mlađi, općenito češće obolijevaju od drugih bolesti i dulje se liječe, što je dodatno opterećenje zajednice. Pored samog pušača

ugrožena je i okolina, to jest nepušači, jer su prisiljeni udisati kancerogeni duhanski dim (tzv. sekundarno ili pasivno pušenje). Pasivno je pušenje naročito štetno za djecu i adolescente, jer imaju bržu frekvenciju disanja u minuti. Djeca čiji roditelji puše budu u godinu dana izložena tolikoj količini nikotina, kao da su aktivno popušila između 60 i 150 cigareta (3 - 7,5 kutija). Ova pasivna izloženost duhanskom dimu može biti uzrok usporenom psihomotoričkom rastu i razvoju, neurokognitivnim oštećenjima, poteškoćama u učenju i problemima u ponašanju, upalama srednjeg uha, propadanju zubi, bronhitisu, bronhiolitisu, infekcijama pluća pa čak i pretilosti. Dio ovog istraživanja odnosio se i na ispitivanje provedbe zabrane pušenja u školskim prostorima i vanjskom okolišu u krugu škola.



## VLAGA i PLIJESAN

Osnovni je uzrok pojave vlage i plijesni na zidovima visoka vlažnost zraka u kombinaciji s nedovoljno izoliranim zidovima, a dodatni su uzroci neadekvatno održavanje zgrada, što uzrokuje prokišnjavanje i vlaženje zidova izvana. Topao unutarnji zrak može apsorbirati više vlage u zraku. Relativna vlažnost između 40% i 60% čini unutarnji prostor ugodnim i zdravim, a već pri vlažnosti od 80% može se stvarati plijesan na zidovima, osobito u kutevima i nišama. Vlažnost se regulira ispravnim prozračivanjem koje osigurava adekvatnu izmjenu zraka. Osim što plijesni s vlažnih zidova čine tzv. bio aerosol, odnosno sitne biološke čestice koje iritiraju respiratorni sustav i izazivaju alergijske reakcije i astmu, dodatno je, u povoljnim uvjetima, moguće i stvaranje mikotoksina kao nusprodukata njihovog metabolizma, koji su toksični i opasni za ljudsko zdravlje. Visoke koncentracije aerogenih čestica plijesni, bez obzira sadrže li mikotoksine ili ne, predstavljaju opasnost za zdravlje jer kod preosjetljivih osoba izazivaju iritacije, alergijske reakcije tipa I, hipersenzibilne pneumonije i astmu. Iako je proveden velik broj epidemioloških studija o utjecaju boravka ljudi u plijesnima kontaminiranim prostorima, u većini zemalja u svijetu ne postoji zakonska regulativa o maksimalno dopuštenim koncentracijama plijesni u

zraku radnog okoliša. Međutim, neke studije pokazuju da koncentracija od  $10.000\text{CFU}/\text{m}^3$  (CFU - jedinica formiranja kolonija) predstavlja zdravstveni rizik kod profesionalne izloženosti zbog mogućeg razvoja različitih bolesti i alergija dišnog sustava. Stoga je preporuka da koncentracije aerogenih pljesni u radnom okolišu i stambenim prostorima ne budu veće od  $5 \times 10^4\text{CFU}/\text{m}^3$ , odnosno  $5 \times 10^3\text{CFU}/\text{m}^3$ . Primjerice, vrste iz rodova *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* i *Penicillium* značajni su alergeni, a *Aspergillus* i *Penicillium* odgovorni su za oportunističke infekcije dišnog sustava imunokompromitiranih bolesnika, dok nekoliko vrsta tih rodova značajno proizvodi mikotoksine, uključujući aflatoksine i okratoksin A. Pljesni kao ubikvitarni eukariotski organizmi u unutrašnjost objekta mogu se unijeti na površini novih materijala ili odjeće, ali i preko aktivne ili pasivne ventilacije. Također, nalaze se u prašini u svakoj kući, uključujući i one koje nemaju problema s visokim udjelom vlage. Jednom kada se nađu u unutrašnjem prostoru, pljesni mogu rasti jedino u prisutnosti vlage, pa stoga, mnoge pljesni rastu na bilo kojim površinama koje postaju mokre ili vlažne. Najčešće su to mokri prozorski okvirni, zidovi u spavaćim sobama, dnevnim boravcima i kuhinjama.



## DUŠIKOV OXOKSID

U zatvorenom prostoru nastaje oksidacijom dušika u zraku izgaranjem na visokim temperaturama s kuhinjskih štednjaka (plamenika) i pećnica, tj. plina, ulja, kerozina i ugljena. Na koncentracije u zatvorenom prostoru utječe udaljenost od vanjskih izvora, od kojih je najvažniji cestovni promet. Dušični oksidi su irritansi, a povezuju se sa simptomima pogoršanja astme i predstavljaju preduvjet za razvoj kroničnih plućnih bolesti te utječu i na iritaciju očiju.



## BENZEN

U zatvoreni prostor dolazi iz vanjskog prostora ili iz izvora prisutnih u zatvorenom prostoru, npr. iz sustava koji koriste benzin i naftu za grijanje i kuhanje. Benzen je prisutan u mnogim tvarima u našoj okolini: dimu cigarete, benzинu, mazivima, plastici, gumi, tinti, ulju i sl. Uobičajen je u materijalima za izgradnju, pregradnju i uređenje prostora kao što su boje, otapala, razrjeđivači, sredstva za odmašćivanje, što su ujedno izvori benzena u zatvorenim prostorima. Unutarnje koncentracije uvjetovane su provjetravanjem zatvorenih prostora. Veće koncentracije javljaju se tijekom hladnog dijela godine. Što se tiče utjecaja na ljudsko zdravlje, poznato je da benzen iritira kožu i oči. Povećane koncentracije benzena imaju kancerogeni učinak.



## FORMALDEHID

Izvori formaldehida u zatvorenom prostoru potječu iz njegova otpuštanja iz materijala kao što su prešano drvo, tepisi, zavjese, te iz dima cigarete, sredstava protiv moljaca, lakova za parkete i boje za zidove. Na porast koncentracije formaldehida utječe povišena temperatura zraka i vlažnost prostora. U učionicama je najveći izvor formaldehida drveni namještaj. Štetno djelovanje formaldehida očituje se u iritaciji sluznice dišnog trakta. Dugotrajna izloženost visokim koncentracijama može dovesti do kronične upale nosne sluznice. Povećanje relativne vlage u intervalu od 30% do 70% može udvostručiti otpuštanja formaldehida. Budući da smanjenje koncentracija prirodnim putem (provjetravanjem) kroz dulje razdoblje nije učinkovito, daje se preporuka, za smanjenje koncentracija formaldehida, i to kroz uklanjanje materijala koji ga sadrže, pojačano grijanje zatvorenih prostorija i kemijsko vezanje emitiranog formaldehida.

# HIGIJENA I SANITACIJA



## ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST VODE

Voda je potencijalni prijenosnik uzročnika bolesti tj. crijevnih bolesti koje se povezuju s prljavim rukama. Štetni sastojci u vodi mogu biti prirodnog podrijetla (bakterije, virusi, gljivice, minerali, metali i dr.), ali i posljedica ljudske djelatnosti kao što su na primjer industrije i poljoprivrede, zatim od vodovodnih instalacija, te kemikalija iz procesa kondicioniranja vode i održavanja instalacija. Ukoliko je školski vodoopskrbni sustav onečišćen uzročnicima crijevnih zaraznih bolesti, može doći do hidrične epidemije. Zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju kontrolira se i prati prema Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15), odnosno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13).



## UTJECAJ ADEKVATNOG SANITARNOG PROSTORA NA OČUVANJE ZDRAVLJA

Ruke su najčešći put prijenosa zaraznih bolesti koji direktno povezuje čovjeka i uzročnika bolesti. To je ujedno i razlog zašto se crijevne zarazne bolesti zovu i "bolesti prljavih ruku". Ruke obvezno treba prati prije i nakon vršenja nužde, prije jela, nakon rukovanja s otpacima hrane, pražnjenja smeća, dodirivanja lica, usta ili brisanja nosa te čišćenja. Stoga je iznimno važno da u svakoj školi djeca mogu u sanitarnom prostoru dobro oprati ruke zdravstveno ispravnom vodom i tekućim sapunom te ih osušiti jednokratnim papirnatim ubrusom koji nakon uporabe mogu baciti u koš za otpatke s poklopcem. Poticanje djece da steknu naviku učinkovitog pranja ruku osnova je sprječavanja širenja štetnih mikroorganizama s ruku na predmete u učionici, školske klupe, knjige i školski pribor, odjeću i sl.

# 3. NADZOR NAD OKOLIŠNIM ČIMBENICIMA U HRVATSKIM OSNOVNIM ŠKOLAMA

Pilot istraživanje provedeno je 2012. godine u Osijeku u organizaciji Zavoda za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije i Europskog centra za okoliš i zdravlje SZO. Temeljem osječkih iskustava, pristupilo se provedbi posebnog nacionalnog istraživanja u hrvatskim osnovnim školama na inicijativu HZJZ. Županijski zavodi za javno zdravstvo bili su pozvani na suradnju te je u HZJZ-u organizirana posebna edukacija zainteresiranih strana. Istraživanje u 200 hrvatskih osnovnih škola, koje pohađa ukupno 72144 učenika provedeno je od 2012. do 2014. godine. Zbog velike organizacijske zahtjevnosti istraživanja, predložena je provedba u dvije faze. Obuhvaćene su škole u urbanim i ruralnim područjima u 18 županija, tijekom hladnog dijela godine i intenzivnog grijanja školskih zgrada. Škole su odabrane metodom slučajnog uzorka od strane stručnjaka županijskih zavoda za javno zdravstvo. Program je koordinirao HZJZ u suradnji s Europskim centrom za okoliš i zdravlje SZO koji je davao smjernice.

Prva faza programa provodila se školske godine 2012./13. i sastojala se od inspekcijskog nadzora sanitarnih čvorova i školskih zgrada te anketiranja standardiziranim upitnicima SZO-a.

- Pripremljene su tri vrste standardiziranih anketa:

1. Anketiranje odgovornih osoba u školama (ravnatelji, tajnici...): pitanja su bila vezana za sanitaciju u školama, navike konzumiranja duhanskih proizvoda, karakteristike školskih zgrada i vlagu/plijesan. Ukupno su bile anketirane 203 odgovorne osobe.

2. Anketiranje učenika 7. i 8. razreda: pitanja su bila vezana za sanitaciju i higijenu u školama i način transporta do škola te navike o pušenju. Ukupno je anketiran 11731 učenik.

3. Anketiranje nastavnika: pitanja su se odnosila na navike konzumiranja duhanskih proizvoda. Ukupno je anketirano 972 nastavnika.

- Ukupno je inspekcijski pregledano 1170 sanitarnih čvorova i 204 školske zgrade (neke škole sastojale su se od više zgrada).

- Inspekcijski je pregledano 20 škola na prisutnost vlage i plijesni te je izračunata izloženost učenika.

Druga faza programa provedena je 2014. u hladnom dijelu godine u doba grijanja školskih zgrada i učionica. Temeljem rezultata inspekcijskih pregleda školskih zgrada iz prve faze programa, odabранo je 20 škola u urbanim i ruralnim područjima kontinentalnog i primorskog dijela Republike Hrvatske. U svakoj školi odabrane su tri učionice adekvatno raspoređene kako bi se reprezentativno prikazalo stanje u cijeloj školi. U 60 odabranih učionica tijekom jednog školskog tjedna (5 dana) izvršeno je uzorkovanje zraka na odabrane onečišćivače (benzen, formaldehid, dušikov dioksid). U učionicama se mjerila i koncentracija CO<sub>2</sub>. Odabrane učionice u cijelosti su inspekcijski pregledane. Uzorkovanje odabranih onečišćivača izvršeno je i na vanjskim točkama ispred 20 školskih zgrada.

Podaci o površini prostorija korišteni su za procjenu udjela vremena po učeniku provedenog u vlagom/plijesnima zahvaćenoj učionici ili školskom prostoru i to za svaku školu.

Na temelju omjera vlažne/plijesnjive površine zidova i ukupne površine prostora, svaki školski prostor klasificiran je kao "suh", ili "zahvaćen vlagom". U slučaju mirisa vlage ili plijesni prostor je označen kao "zahvaćen vlagom".

Relativna vlažnost zraka u učionicama mjerena je tijekom jednog školskog tjedna u tri učionice po školi pomoći podataka s mjernog instrumenta sa senzorom za vlagu.

Tijekom svakog školskog sata obučeno nastavno osoblje vodilo je zabilješke o broju učenika u odabranim učionicama, načinu provjetravanja i ostalim specifičnim parametrima. Za potrebe terenskog mjerjenja izrađen je poseban Protokol za nadzor indikatora zagađenja unutarnjeg okoliša u školama za svaku aktivnost. Prema Protokolu bilo je potrebno učiniti sljedeće:

Uzorkovanje na odabране polutante, mjerjenje vlage i CO<sub>2</sub> izvršiti tijekom jednog školskog tjedna (od ponedjeljka do petka). Uzorkivače i CO<sub>2</sub> senzore postaviti u odabране 3 učionice u ponedjeljak ujutro prije početka nastave i skinuti u petak navečer poslije završetka popodnevne nastave. Uzorkivače (*sampler*) za benzen, formaldehid i dušikov dioksid postaviti dodatno i na jednu vanjsku točku – izvršiti istovremeno uzorkovanje na vanjskoj točki i u učionicama.

# 4. REZULTATI

## 4.1. REZULTATI ANKETNOG ISPITIVANJA ODGOVORNIH OSOBA

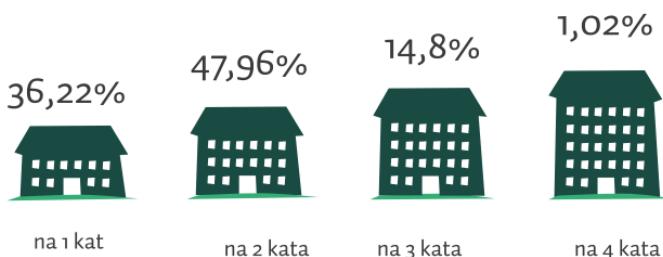
• Rezultati anketnih ispitivanja odgovornih osoba u osnovnim školama ukazali su nam na prosječnu starost školskih zgrada. Najviše školskih zgrada sagrađeno je prije 31 - 50 godina, odnosno 47,03%, dok 29,73% osnovnih škola čine zgrade koje su starije od 50 godina.

### TABLICA 1. NAĐZOR ŠKOLA

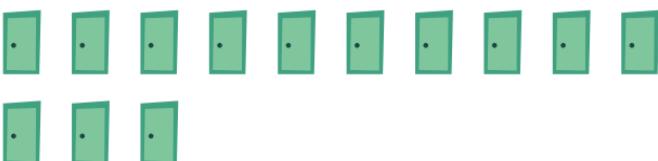
#### Starost zgrade



#### Broj katova na kojima se odvija nastava



**Prosječan broj učionica\* = 13**



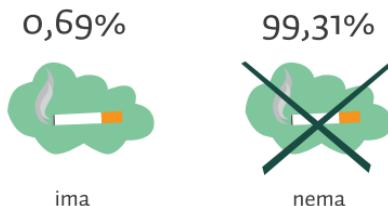
**Prosječna površina zgrade\***



**Prisutan podrum**



**Prostoriju za konzumiranje duhanskih proizvoda**



### **Tablica 1. Nadzor škola**

**Starost zgrade** do 30 g. 23,24%, od 31 do 50 godina 47,03%, više od 50 godina 29,73%

**Broj katova na kojima se odvija nastava** 36,22% na 1 katu, 47,96% je na 2 kata, 14,8% na 3 kata, 1,02% na 4 kata

**Prosječan broj učionica\*** = 13

**Prosječna površina zgrade\*** = 2.060m<sup>2</sup>

**Prisutan podrum ima** 50,68%, nema 49,32%

**Prostoriju za konzumiranje duhanskih proizvoda** ima 0,69%, nema 99,31%

\* Prikazano kao srednja vrijednost za sve škole

- Promatrane osnovne škole sastoje se prosječno od 13 učionica raspoređenih na površini zgrade od 2.060 m<sup>2</sup>. Podrumske prostorije imaju polovinu škola, odnosno njih 50,68%. Prostорије у подрумима могу бити један од главних извора појавности влаге и плијесни с обзиrom на темеље. Иако мали број школа (0,69%) има простор за конзумирање дунашких производа, треба имати на уму да законска регулатива забранjuje такве просторије.

### **TABLICA 2. PROVJETRAVANJE UČIONICA**

#### **Vrsta provjetravanja\***



Mehaničko



Prirodno provjetravanje  
otvaranjem prozora

### Vrsta mehaničkog provjetravanja

90,91%



Usisavanje vanjskog  
svježeg zraka

9,09%



Recirkulacija unutarnjeg  
zraka

### Upravljanje mehaničkom ventilacijom

85%



Ručno

10%



Automatsko  
centralno

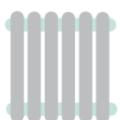
5%



Ručno  
centralno

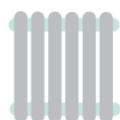
### Sustav grijanja

78,39%



Školski sustav

15,08%



Gradsko grijanje

6,53%



Peći ili grijalice

### Kuhinja unutar školske zgrade

94,63%



Ima

5,37%



Nema

## Tablica 2. Provjetravanje učionica

### Vrsta provjetravanja\*

Prirodno provjetravanje otvaranjem prozora 97,98%, Mehaničko 6,06%

### Vrsta mehaničkog provjetravanja

Usisavanje vanjskog svježeg zraka 90,91% Recirkulacija unutarnjeg zraka 9,09%

### Upravljanje mehaničkom ventilacijom

Ručno 85%, Automatsko centralno 10%, Ručno centralno 5%

### Sustav grijanja

Školski sustav 78,39%, Gradska grijanje 15,08%, Peći ili grijalice 6,53%

### Vrsta školskog sustava za grijanje\*

Nafta 48,24%, Prirodi plin 41,18%, Drvo 8,82%, Električna energija 3,53%, Ugљen 0%

### Sustav hlađenja

Za dio zgrade ima 75,56%, Cijele zgrade 5,93%, Uopće nema 18,52%

\* Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100%

Pitanja za odgovorne osobe odnosila su se i na vrstu provjetravanja unutar učionica. Informacija takve vrste iznimno je značajna zbog poveznice između provjetravanja, koncentracije CO<sub>2</sub> u učionicama, temperature zraka i koncentracije kemijskih onečišćivača. Rezultati anketa pokazuju da se učionice osnovnih škola uglavnom provjetravaju prirodnim putem (97,98%) otvaranjem i zatvaranjem prozora. Svega 6,06% škola ima mehanički sustav ventilacije kojim se može ručno upravljati. Prirodni sustav provjetravanja ujedno je i najjeftiniji, ali ima određena ograničenja, odnosno tijekom zimskog dijela godine otvaranje prozora u učionicama tijekom nastave nije primjereno zbog niskih temperatura vanjskog zraka. Zbog takvih klimatskih uvjeta prozori u učionicama uglavnom su zatvoreni dok se odvija nastava, što uzrokuje visoke koncentracije CO<sub>2</sub>. 78,39% škola ima svoj vlastiti sustav grijanja, uglavnom na naftu ili prirodi plin. Školske zgrade imaju organizirano klimatiziranje velikim dijelom samo za određeni dio zgrade, a svega 5,93% škola ima sustav hlađenja u cijeloj zgradici.

## TABLICA 3. RENOVIRANJE ŠKOLSKIH ZGRADA

### Veliki popravci i renovacije

61,19%



do 5 godina

17,16%



prošle godine

21,64%



nije bilo

### Male renovacije



Da



Ne

### Tablica 3. Renoviranje školskih zgrada

#### Veliki popravci i renovacije

do 5 godina 61,19%, prošle godine 17,16%, nije bilo 21,64%

#### Male renovacije

Da 96,39%, Ne 3,61%

Rezultati renoviranja škola ukazuju i na veće popravke i renoviranje školskih zgrada u proteklih pet godina (61,19%) i tijekom proteklih 12 mjeseci (17,16%). Sredstva korištena tijekom renoviranja (ličenja, zamjene tepiha ili podova, postavljanje novog namještaja) mogu potencijalno kemijski onečistiti zrak unutar škola. Neka od tih sredstava (boje, ljepila, premazi, lakovi) mogu biti i opasna za zdravlje. Renoviranja koja su povezana s kupovinom novog namještaja mogu predstavljati izvore emisije toksičnih spojeva.

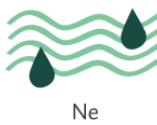
## TABLICA 4. PROBLEMI S VLAGOM UNUTAR ŠKOLSKIH ZGRADA

### Curenje vode ili plavljenje u proteklih 12 mjeseci

60,22%



39,78%



### Tragovi plijesni unutar zgrade

52,05%



47,95%



### Lokacija mjesta uočavanja plijesni, vlage i plavljenja\*

50%



Učionice

45,31%



Hodnici, stubišta  
i drugo

40,63%



WC ili prostor  
za pranje ruku

### Prisutan neugodan miris

93%



Da

7%



Ne

#### **Tablica 4. Problemi s vlagom unutar školskih**

##### **Curenje vode ili plavljenje u proteklih 12 mjeseci**

Da 60,22%, Ne 39,78%

##### **Tragovi plijesni unutar zgrade\***

Vidljivi 52,05%, Nisu vidljivi 47,95%

##### **Lokacija mesta uočavanja plijesni, vlage i plavljenja\***

Učionice 50%, Hodnici, stubišta i drugo 45,31%, WC ili prostor za pranje ruku 40,63%

##### **Prisutan neugodan miris**

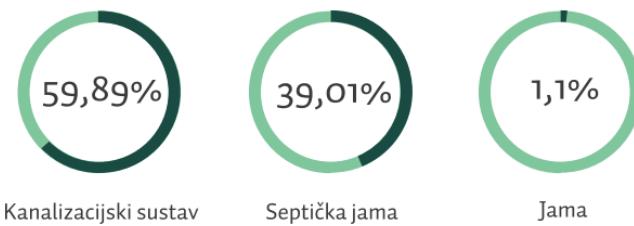
Ne 93%, Da 7%

\* Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100%

Ispitane odgovorne osobe ukazale su na velike probleme povezane s vlagom unutar školskih prostora. U 60% škola bilo je curenja vode ili plavljenja u proteklih 12 mjeseci. Između ostalih građevinskih poteškoća i ova problematika dovela je do vidljivih tragova plijesni unutar 52% škola. Najviše su kontaminirane učionice i sanitarni čvorovi. U 7% škola osjetio se i neugodan miris povezan s vlagom.

### **TABLICA 5. SANITARNI ČVOROVI I HIGIJENA**

#### **Odvodnja otpadnih voda**



**Prosječno je 54 učenika na 1 sanitarni čvor**



54 učenika



1 sanitarni čvor

**Prosječno je 27 učenika na 1 WC školjku i 1 slavinu za vodu**



27 učenika



1 WC školjka i  
1 slavinu za vodu

**Prosječno je 23 učenika/dječaka na 1 pisoar**



23 učenika /  
dječaka



1 pisoar

#### **Tablica 5. Sanitarni čvorovi i higijena**

##### **Odvodnja otpadnih voda**

Kanalizacijski sustav 59,89%, Septička jama 39,01%, Jama 1,1%

**Prosječno je 54 učenika na 1 WCi prostor za pranje ruku**

**Prosječno je 27 učenika na 1 WC školjku i 1 slavinu za vodu**

**Prosječno je 23 učenika/dječakana 1 pisoar**

**Čišćenje zahoda više od 1 x dnevno 90,37%, 1 x dnevno 9,63%**

**Plan i listu čišćenja ima** 88,82%, nema 11,18%

**Dostupnost sapuna konstantno** Da 87,98%, Ne 12,02%

**Redovita opskrba WC papirom** Da 88,52%, Ne 11,48%

**Sustav primanja žalbi:** Ima 57,41%, Nema 42,59%

Prema anketiranju odgovornih administrativnih osoba, 60% škola spojeno je na sustav javne odvodnje, dok skoro 40% škola

ima septičke jame. Prosječno škole imaju 6 sanitarnih čvorova i prostora za pranje ruku odnosno 54 učenika na jedan sanitarni čvor. Također imaju po 12 zahodskih školjki, 12 slavina i 7 pisoara, što iznosi 1 pisoar na 23 dječaka, a 27 učenika na jednu WC-školjku i jednu slavinu za vodu. U 90% škola čisti se nekoliko puta dnevno prema posebnim planovima za čišćenje. Sapun je uvijek dostupan u 88% škola, dok je toaletni papir dostupan u 89% škola. Škole u kojima je nedostupan wc-papir i sapun za održavanje higijene mogu predstavljati opasnost za zdravlje djece. Čak 42,59% škola nema razrađen sustav primanja žalbi od strane učenika, vezano za higijenu prostora.

## TABLICA 6. ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST HRANE U ŠKOLAMA

### Praćenje mikrobiološke ispravnosti hrane

91,41%                    8,59%



Da



Ne

### Praćenje mikrobioloških pokazatelja higijene u prostorima za pripremu hrane

92,03%                    7,97%



Da



Ne

## **Postojanje plana praćenja**



## **Utvrđene nepravilnosti mikrobioloških pokazatelja u prethodnoj godini**



**Tablica 6. Zdravstvena ispravnost hrane u školama**

### **Praćenje mikrobiološke ispravnosti hrane**

Da 91,41%, Ne 8,59%

### **Praćenje mikrobioloških pokazatelja higijene u prostorima za pripremu hrane**

Da 92,03%, Ne 7,97%

### **Postojanje plana praćenja**

Da 82,57%, Ne 17,43%

### **Utvrđene nepravilnosti mikrobioloških pokazatelja u prethodnoj godini**

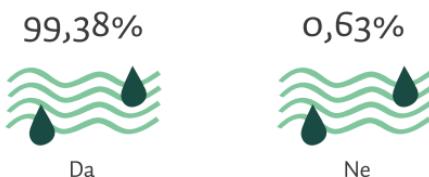
nije bilo u 88,24%, 1 put u 5,88%, 2 puta u 1,47%, 3 puta u 4,41%

Rezultati vezani za praćenje zdravstvene ispravnosti hrane u školama ukazali su na relativno dobru higijensku praksu i rad prema načelima HACCP sustava u većini promatranih škola no nikako se ne smije zanemariti 8,59% škola u kojima se ne provodi redovno uzorkovanje hrane i 7,97% škola u kojima se ne kontrolira higijena unutar kuhinja. Dva puta godišnje prate se mikrobiološki pokazatelji školskih kuhinja i hrane.

Škole u kojima se ne provodi redovno uzorkovanje hrane i bri-seva/otisaka radnih površina, pribora i ruku djelatnika izložene su sankcioniranju od strane sanitарne inspekcije, ali isto tako predstavljaju opasnost za zdravlje djece.

## TABLICA 7. ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST VODE

### Priklučak na sustav javne vodoopskrbe



### Vrsta vodoopskrbe ako nije javna



### Zdravstveni nadzor vode



## **utvrđene nepravilnosti uzorka vode u proteklih 12 mjeseci**



**Tablica 7. Zdravstvena ispravnost vode**

**Priključak na sustav javne vodoopskrbe**

Da 99,38%, Ne 0,63%

**Vrsta vodoopskrbe ako nije javni**

Školski zdenac 71,43%, Priključak na lokalni vodovod 28,57%

**Zdravstveni nadzor vode**

Da 88,02%, Ne 11,98%

**utvrđene nepravilnosti uzorka vode u 12 mjeseci**

nije bilo u 96,43%, 1 put 2,55%, 2 i 3 puta 0,51%

Promatrane škole spojene su na sustav javne vodoopskrbe, no u 12% škola ne provodi se redovita zdravstvena kontrola vode za ljudsku potrošnju.

Voda u 96,43% obuhvaćenih škola bila je u skladu s propisanim parametrima iz Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13).

U svakoj osnovnoj školi uzimao se po jedan uzorak vode za piće na izljevnom mjestu u sanitarnom čvoru i analizirao se u akreditiranom laboratoriju.

Utvrđena su odstupanja od propisanih standardnih parametara u četiri županije: Osječko-baranjskoj, Sisačko-moslavačkoj, Međimurskoj, Primorsko-goranskoj (Tablica 8).

**TABLICA 8. PARAMETRI UZORAKA VODE ZA  
Piće koji ne odgovaraju pravilniku o  
parametrima sukladnosti i metodama  
analize vode za ljudsku potrošnju**

Županija	Škola U / R	Parametar	MDK	Rezultati
Osječko baranjska	R	Amonij (mg/l)	0,50	<b>0,77</b>
		Arsen (µg/l)	10	<b>39,3</b>
		Željezo (µg/l)	200,0	<b>275</b>
		Mangan (µg/l)	50,0	<b>104</b>
	R	Mutnoća (NTU)	4	<b>5,1</b>
		Amonij (mg/l)	0,50	<b>1,2</b>
		Željezo (µg/l)	200,0	<b>4857</b>
		Mangan (µg/l)	50,0	<b>608</b>
	R	Ukupni koliformi (broj/100)	0	<b>80</b>
		Broj kolonija 37°C (broj/1 ml)	20	<b>300</b>
		Broj aeroba 22°C (broj/1 ml)	100	<b>300</b>
	U	Arsen (µg/l)	10	<b>33,3 µg/l</b>
	U	Arsen (µg/l)	10	<b>33,8 µg/l</b>
	R	Arsen (µg/l)	10	<b>33,6 µg/l</b>
	R	Koncentracija vodikovih iona (pH vrijednost)	6,5-9,5	<b>5,5</b>
		Mutnoća (NTU)	4	<b>5,5</b>
		Amonij (mg/l)	0,50	<b>1,8</b>
		Željezo (µg/l)	200,0	<b>3240</b>
		Mangan (µg/l)	50,0	<b>575</b>
Sisačko - moslavačka	R	Željezo (µg/l)	200,0	<b>284 µg/l</b>
		Mangan (µg/l)	50,0	<b>67 µg/l</b>

Županija	Škola U / R	Parametar	MDK	Rezultati
Međimurska	R	Nitriti (mg/l) Nitroxi (mg/l)	50 0,50	<b>58,7 60</b>
Primorsko goranska	R	Broj kolonija 37°C (broj/1 ml)	20	<b>22</b>

U = urbana, R = ruralna

U ostalim županijama rezultati analiza su odgovarali propisanim

## 4.2. REZULTATI ANKETNOG ISPITIVANJA UČENIKA

Anketni upitnik je ispunilo 49% učenika sedmih razreda i 51% učenika osmih razreda. Promatrajući prema spolu podjednaki broj djevojčica (49,84%) i dječaka (50,16%) je anonimno i dobrovoljno ispunjavalo anketu. Od ukupnog broja djece koja su ispunila anketu bilo je 9,66% dvanaestogodišnjaka, trinaestogodišnjaka 46,95%, četrnaestogodišnjaka 41,05% i petnaestogodišnjaka 2,37%. Što se tiče putovanja do škole, najveći broj djece pješači, (48,85%), njih 34,22% koristi javni prijevoz, privatnim automobilom prevozi se 10,23% djece, a svega 6,7% koristi bicikl za prijevoz do škole.

Drugi najčešći način transporta djece do škole od strane roditelja je privatnim automobilom 36,3%, zatim pješačenje 31,3% djece, javni prijevoz koristi 20,56% djece, a biciklom se vozi 11,84% anketirane djece.

### TABLICA 9. SANITACIJA

Zadovoljan/na sa školskim WC-ima

23,54%



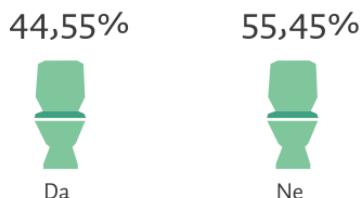
Da

76,46%



Ne

## Korištenje WC u školi



## Zašto ne koristiš?

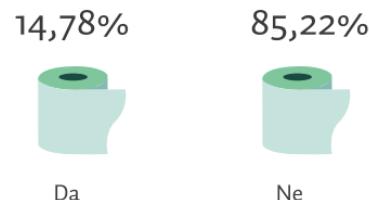


35%	Ne moram ići na WC u školi
13,14%	Nemam privatnosti
27,06%	Nema WC papira
14,68%	WC-i su prljavi
10,12%	WC-i su neugodnog mirisa

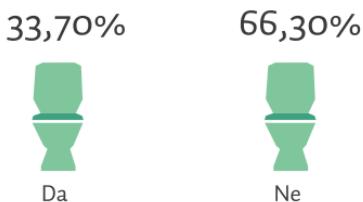
## Dostupnost WC-a



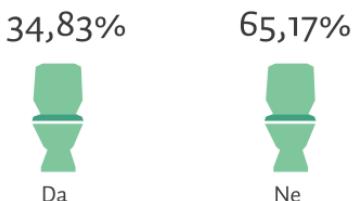
## Prisutnost WC papira



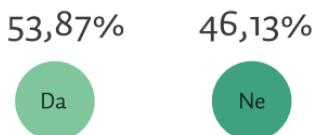
### **Čistoća WC-a**



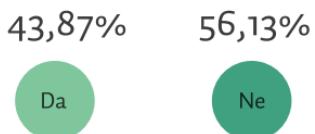
### **Ima li dovoljno privatnosti u WC kabinama/ispred pisoara**



### **Mogu li se učenici žaliti školskom osoblju o lošem stanju školskog WC-a?**



### **Poduzima li školsko osoblje sve mjere za rješavanje žalbi učenika?**



## **Tablica 9. Sanitacija**

### **Zadovoljan/na sa školskim WC-ima**

Da 23,54%, Ne 76,46%

### **Korištenje WC u školi**

Da 44,55%, Ne 55,45%

### **Zašto ne koristiš?**

Ne moram ići na WC u školi 35%, Nemam privatnosti 13,14%, Nema WC papira 27,06%, WC-i su prljavi 14,68%, WC-i su neugodnog mirisa 10,12%

### **Dostupnost WC-a**

Da 74,99%, Ne 25,01%

### **Prisutnost WC papira**

Da 14,78%, Ne 85,22%

### **Čistoća WC-a**

Da 33,70%, Ne 66,30%

### **Prisutnost WC papira**

Da 14,78%, Ne 85,22%

### **Ima li dovoljno privatnosti u WC kabinama/ispred pisoara?**

Da 34,83%, Ne 65,17%

### **Mogu li se učenici žaliti školskom osoblju o lošem stanju školskog WC-a?**

Mogu 53,87%, Ne mogu 46,13%

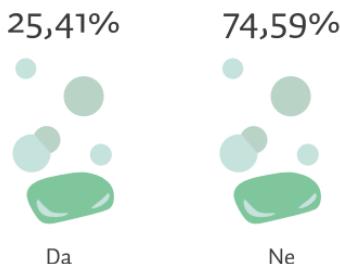
### **Poduzima li školsko osoblje sve mjere za rješavanje žalbi učenika?**

Da 43,87%, Ne 56,13%

Anketnim istraživanjem učenika došlo se do podataka koji su ukazali na njihove navike u korištenju školskih sanitarnih čvorova. Većina učenika (76,46%) nije uopće zadovoljno sanitarnim čvorovima. Veliko nezadovoljstvo uvjetima utječe na korištenje istih, čak 55,45% ispitanih učenika uopće ne koristi sanitarne čvorove u školama. Od vodećih zamjerkki navedeni su izostanak privatnosti, nedostatak toaletnog papira i neadekvatna higijena prostora. 85,22% ispitanih učenika izjasnilo se da u sanitarnim čvorovima nema toaletnog papira.

## TABLICA 10. HIGIJENA

### Prisutnost sapuna



Tablica 10. Higijena

**Zadovoljan/na sa umivaonikom**

Da 51,83%, Ne 48,17%

**Prisutnost sapuna**

Da 25,41%, Ne 74,59%

**Dostupnost dovoljno tople vode**

Da 27,41%, Ne 72,81%

**Čistota prostora za pranje ruku**

Da 52,23%, Ne 47,77%

**Pereš li ruke u školi?**

Da 80,36%, Ne 19,64%

**Koristiš li sapun prilikom pranja ruku?**

Da 61,64%, Ne 38,36%

**Podučavaju li vas primjerenoj higijenskoj praksi u školi?**

Podučavaju 53,09%, Ne podučavaju 46,91%

U Tablici 10. predstavljeni su rezultati vezani za higijenske navike učenika. 74,59% učenika izjasnilo se da uz umivaonike nije prisutan sapun za pranje ruku. Veliki problem u školama je i nedostatak tople vode (72,81%). Nedostatak sapuna i tople vode uvelike doprinosi neadekvatnom održavanju dnevne osobne higijene i prevenciji prijenosa i širenja zaraze putem ruku. 47% učenika upozorilo je na nepostojanje edukacije o higijenskoj praksi i navikama u školama.

# TABLICA 11. PUŠENJE

## Tablica 11. Pušenje

### Puše li Tvoji roditelji / skrbnici?

Da 19,11%, Ne 48,73%, Samo otac/skrbnik 19,56%, Samo majka/skrbnica 12,6%

### Tijekom proteklih 7 dana, koliko dana su ljudi pušili u Tvojem domu u Tvojoj prisutnosti?

0 dana 42,01%, 1 do 2 dana 24,12%, 3 do 4 dana 11,53%,

### Kada ste zadnji put tijekom nastave razgovarali o štetnostima pušenja za ljudsko zdravlje?

Ove školske godine 61,1%, Prošle školske godine ili ranije 27,3%, Nikada 11,5%

### Jesi li ikada eksperimentirao/la s pušenjem duhana, barem jedan ili dva "dima"?

Da 37,18%, Ne 62,82%

### Koliko dana si pušio/la ili koristio/la druge duhanske proizvode posljednji mjesec?

0 dana 88,09%, 1 ili 2 dana 5,3%, 3 do 5 dana 1,61%, 6 do 9 dana 1,15%, 10 do 19 dana 0,86%, 20 do 29 dana 0,59%, svih 30 dana 2,41%

### Pušiš li u školi, oko škole ili na nekom drugom mjestu tijekom nastave?

Nikada 94,38%, Rijetko 3,16%, Tjedno, ali ne svaki dan 1,19%, Svaki dan 1,27%

### Tijekom proteklih 7 dana, koliko je Tvojih kolega (učenici koji pohađaju isti razred kao i Ti) pušilo u Tvojoj prisutnosti u školi, oko škole ili na nekom drugom mjestu tijekom nastave? Nemoj sebe ubrajati, bez obzira pušiš li ili ne.

0 dana 71,7%, 1 do 2 dana 16,5%, 3 do 4 dana 8,77%, 5 do 6 dana 3,02%, 7 dana 0,01%

### Ako učenici puše u školi ili tijekom nastave, gdje uobičajeno puše?

U učionicama 2,4%, U WC-ima 9,2%, Na drugom mjestu unutar škole 2,34%, Vani oko škole 46,86%, Na drugom mjestu u vlasništvu škole 5,56%, Izvan školskog posjeda 41,22%

### Koja je donja dobna granica kad se mogu legalno kupiti cigarete i drugi duhanski proizvodi?

Nema dobrog ograničenja 14,19%, 16 godina 4,88%, 17 godina 7,67%, 18 godina 73,26%

### Je li učenicima određene dobi dopušteno pušiti unutar škole?

Nije dopušteno 95,33%, Dopušteno je 4,67%

**Je li učenicima koji su dostigli određenu dob dopušteno pušiti u školskom objektu, izvan školske zgrade ili negdje drugdje za vrijeme trajanja nastave?**

Ne 88,47%, Da 11,53%

**Postoji li disciplinska kazna za učenike koji postupaju protivno pravilima zabrane pušenja? Ako da, kakav je rizik da ćete biti kažnjeni?**

Ne, nema disciplinske kazne 34,00%,

Da, postoje rijetke disciplinske kazne 36,64%,

Da, disciplinske kazne su učestale 29,36%

U Tablici 11. predstavljeni su rezultati vezani za navike pušenja učenika i njihove okoline. Učenici su se izjasnili da 48,73% njihovih roditelja/skrbnika ne puši, ali da su njih 24,12% tijekom zadnjih 7 dana bili u svojem domu u prisustvu pušača 1-2 dana. 11,5% učenika nikada nije tijekom nastave razgovaralo o štetnostima pušenja na zdravlje. Preko trećine njih, točnije 37,18% je eksperimentiralo s pušenjem duhana. Većina učenika (94,38%) se izjasnila da nikada ne puši u školi ili oko škole tijekom nastave, ali je njih 28,3% bilo prisutno kad su njihovi vršnjaci pušili u školi ili oko škole tijekom nastave. Učenici navode, ukoliko puše tijekom nastave, kako su uobičajena mjesta pušenja vanjski prostor u kruugu škole (46,86%) i izvan prostora škole (41,22%). Većina učenika (95,33%) je svjesna da im nije dopušteno pušiti unutar škole te ih 73,26% zna za dobnu granicu legalne mogućnosti kupnje duhanskih proizvoda. 11,53% učenika misli da im se s navršenih 18 godina života dopušta pušenje u školi ili u vanjskom prostoru škole tijekom nastave. Oko trećine ispitanih učenika smatra kako nema disciplinskih kazni za postupke protivno zabrani pušenja (34%), trećina smatra da su rijetke (36,64%), a 29,36% smatra kako su kazne učestale.

## 4.3. ZDRAVSTVENO EKOLOŠKI IZVOD I IZVORI ONEČIŠĆENJA ZRAKA U OKOLIŠU ŠKOLA

Mogući izvori zagađenja vanjskog zraka u blizini:

**Parkiralište u krugu od 100 m 36,49%**

**Gusti (3000 i više vozila u oba smjera u 24h) cestovni ili željeznički promet u krugu 100 m 20,61%**

**Industrijsko postrojenje unutar 3 km 20,27%**

**Elektrana za vlastitu opskrbu energijom (nafta, plin, nije gradski) 12,84%**

**Garaža u blizini 5,07%**

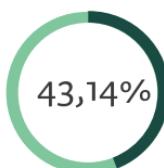
**Benzinska crpka u blizini 4,73%**

### TABLICA 12. IZVOD ŠKOLSKIH ZGRADA

#### Lokacija zgrade



Urbana škola



Ruralna škola

#### Broj katova s prozorima



na 1 kat



na 2 kata



na 3 kata



na 4 kata

## **Tablica 12. Izvid školskih zgrada**

### **Lokacija zgrade**

Urbana škola 56,86%, Ruralna škola 43,14%

### **Broj katova s prozorima**

S 2 kata 41,32%, S 1 katom 38,92%, S 3 kata 19,16%, S 4 kata 0,6%

### **Vrsta krova**

Kosi 60,78%, Ravnji 35,29%, Oba 3,92%

### **Vrsta temelja**

Nema podruma 42,19%, Suteren 36,98%, Podrum 20,83%

### **Vrsta konstrukcije**

Masivna struktura 76,59%, Lagana 16,1%, Mješovita 7,32%

### **Glavni podni materijali**

Drvo 46,05%, Keramičke pločice 36,05%, Linoleum, plastika, vinil 15,53%, Tepih 2,37%

### **Glavni zidni materijali**

Beton, opeka ili žbuka 73,01%, Drvo 23,01%, Šperploča ili iverica 2,21%, Tapete 1,77%

### **Glavni stropni materijali**

Beton ili žbuka 70,82%, Drvo 19,74%, Štukatura ili gips 8,15%, Akustična ploča 1,29%

Zdravstveno - ekološki izvid škola proveden je u 57% urbanim i 43% ruralnim škola. Veliki broj promatranih škola prostorno je smješteno u blizini veliki onečišćivača zraka (industrija (20,27%), gusti promet (20,61%), benzinske crpke (4,73%), parkirališta (36,49%) i sl.). Neadekvatna ventilacija u školama onemoguće izlaz onečišćenog vanjskog zraka iz školskih prostora. U većini škola, učionice i drugi školski prostori provjetravaju se prirodnim putem, odnosno otvaranjem/zatvaranjem prozora i vrata što uvelike pogoduje kontaminaciji zatvorenog školskog prostora. Od podnih, zidnih i stropnih materijala uglavnom dominiraju drvo, beton i sintetika. Ravan krov u preko trećine škola (35,29%) te vrsta temelja i konstrukcija zgrada su pokazatelji veće mogućnosti prokišnjavanja i pojavnosti prodiranja vode i vlage kroz podne, zidne i stropne materijale. Drvo je zastupljeno u 46% podnog, 23% zidnog i 20% stropnog materijala.

## 4.4. IZLOŽENOST UČENIKA VLAZI I PLIJESNI

U 20 osnovnih škola izvršen je inspekcijski pregled unutar njeg prostora na vlagu i pljesan. Pregledom su obuhvaćene učionice, hodnici, sanitarni čvorovi, zbornice, dvorane, pomoćni prostori i slično. Prostori su pregledani vizualno na tragove vlage i uz pomoć posebnih senzornih uređaja koji su detektirali vlagu ispod površine zidova do 4 mm. Ukupno je pregledano 41432 m<sup>2</sup> zatvorenog školskog prostora, odnosno 16688 m<sup>2</sup> učionica. Promatranih 20 škola je ukupno pohađalo 8300 djece. Procjena izloženosti djece na pljesan i vlagu je temeljena na udjelu učionica zahvaćenih vlagom i pljesni, uzimajući u obzir vlagu i pljesan iz drugih zatvorenih školskih prostora. Za to su bili potrebeni mjerni parametri 1) udio učionica zahvaćenih vlagom i pljesni, vodeći računa i o detektiranoj vlagi/pljesni i u drugim zatvorenim prostorima te 2) broj djece u školi.

## TABLICA 13. IZLOŽENOST UČENIKA VLAZI I PLJESNI U ŠKOLSKIM PROSTORIMA

Županija	Urbana/Ruralna	Ukupan broj učenika	Postotak izloženih osoba u vremenu provedenom na nastavi
Zagrebačka	Urbana	377	20,7%
Zagrebačka	Ruralna	328	0,1%
Zadarska	Urbana	205	0,0%
Zadarska	Ruralna	103	1,6%
Brodsko posavska	Ruralna	205	1,4%
Brodsko posavska	Urbana	705	0,0%
Požeško slavonska	Urbana	531	7,2%
Osječko baranjska	Ruralna	636	61,1%
Osječko baranjska	Urbana	586	71,5%
Istarska	Urbana	570	32,1%
Istarska	Ruralna	273	7,5%
Karlovačka	Ruralna	186	0,0%
Varaždinska	Urbana	378	5,6%
Krapinsko zagorska	Urbana	767	0,6%
Sisačko moslavačka	Urbana	504	0,0%
Sisačko moslavačka	Ruralna	103	60,1%

Površina pregledanog prostora (m <sup>2</sup> )	Površina pregledanih učionica (m <sup>2</sup> )	Ukupna površina prostora po učeniku (m <sup>2</sup> )	Površina učionice po učeniku (m <sup>2</sup> )
2397	870	6	2
1727	880	5	2
1112	428	10	3
711	387	8	3
1320	400	8	2
1560	410	4	1
1304	626	3	1
1353	777	6	1
3850	1300	9	3
2338	1425	0	3
1945	793	0	3
2397	404	8	3
3068	1390	11	3
5886	1910	8	3
2997	1232	6	2
901	433	9	4

## TABLICA 13. IZLOŽENOST UČENIKA VLAZI I PLIJESNI U ŠKOLSKIM PROSTORIMA

Županija	Urbana/Ruralna	Ukupan broj učenika	Postotak izloženih osoba u vremenu provedenom na nastavi
Medimurska	Ruralna	584	0,0%
Medimurska	Urbana	154	0,0%
Medimurska	Ruralna	217	8,8%
Splitsko dalmatinska	Ruralna	488	0,0%
Splitsko dalmatinska	Urbana	527	0,0%
<b>Ukupno</b>		<b>8300</b>	<b>Prosječno 13,9%</b>

Površina pregledanog prostora (m <sup>2</sup> )	Površina pregledanih učionica (m <sup>2</sup> )	Ukupna površina prostora po učeniku (m <sup>2</sup> )	Površina učionice po učeniku (m <sup>2</sup> )
2275	845	3	2
427	317	1	1
1391	582	6	3
862	512	4	1
2038	1084	7	10
<b>41432 m<sup>2</sup></b>	<b>16688 m<sup>2</sup></b>	<b>Prosjek 6 m<sup>2</sup></b>	<b>Prosjek 3 m<sup>2</sup></b>

U tablici 13. prikazani su rezultati izmjerenje izloženosti učenika na vlagu i plijesan u školama. Rezultati su ukazali da je 13,9% učenika izloženo vlazi i plijesni. Ovaj rezultat ukazuje na relativno lošije građevinsko-tehničko stanje promatranih školskih zgrada, odnosno da su školama potrebne sanacije i obnove temeljene na održivim arhitektonskim rješenjima.

Površina školskog prostora po učeniku je u prosjeku 6 m<sup>2</sup>, a površina učionice po učeniku je u prosjeku 3 m<sup>2</sup>.

## 4.5. REZULTATI KVALITETE ZRAKA U UČIONICAMA

**TABLICA 14. REZULTATI KVALITETE ZRAKA U UČIONICAMA**

Parametri	Srednja vrijednost	Minimum	Maksimum
UPZ <sup>1</sup>	2488,92	360	6000
UBU <sup>2</sup>	424	103	767
NO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	2,54	0,73	12,49
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> <sup>4</sup>	2,07	0,32	21,83
FA <sup>5</sup>	8,84	2,15	19,04
vNO <sub>2</sub> <sup>6</sup>	4,63	0,56	22,17
vC <sub>6</sub> H <sub>6</sub> <sup>7</sup>	1,49	0,28	9,40
vFA <sup>8</sup>	2,19	1,10	4,81
UVOL <sup>9</sup>	178,80	60,72	334,28
PP <sup>10</sup>	16,01	10,35	24,00
T <sup>11</sup>	21,52	20,11	23,26
RV <sup>12</sup>	45,83	31,23	60,19

<sup>1</sup>UPZ - ukupna površina školske zgrade, <sup>2</sup>UBU - ukupan broj učenika, <sup>3</sup>NO<sub>2</sub> - koncentracija dušikovog dioksida u učionici ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>4</sup>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> - koncentracija benzena u učionici ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>5</sup>FA - koncentracija formaldehida u učionici ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>6</sup>vNO<sub>2</sub> - koncentracija dušikovog dioksida ispred školske zgrade ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>7</sup>vC<sub>6</sub>H<sub>6</sub> - koncentracija benzena ispred školske zgrade ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>8</sup>vFA - koncentracija formaldehida ispred školske zgrade ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), <sup>9</sup>UVOL - volumen učionice, <sup>10</sup>PP - površina prozora, <sup>11</sup>T - temperatura u učionici, <sup>12</sup>RV - relativna vлага u učionici

U Tablici 14. prikazani su rezultati provedenih istraživanja u 20 osnovnih škola, odnosno u 60 učionica. Promatrane škole imale su u prosjeku više od 2000 m<sup>2</sup> prostora. Nastavu je svakodnevno pohađalo u prosjeku više od 400 učenika po školi. Ukupni volumen učionica iznosi oko 170 m<sup>3</sup>. Od promatranih kemijskih onečišćivača koji se mogu naći u zraku učionica (benzen, formaldehid, dušikov dioksid) posebno se izdvojio benzen, odnosno kratkotrajna i dugotrajna izloženost je u pojedinim školama iznad preporučenih vrijednosti pojedinih smjernica. Usporedba preporučenih vrijednosti nalazi se u Tablici 17. S obzirom na štetnost **benzena** na ljudsko zdravlje, nema "sigurnih" i "dozvoljenih" vrijednosti koje se mogu naći u zraku zatvorenih prostora. Prema francuskim i nizozemskim preporukama, dozvoljene vrijednosti kod dugotrajne izloženosti mogu se kretati do 10, odnosno 20 µg/m<sup>3</sup>. U učionice se pasivnim uzorkivačima postavljenim tijekom 5 radnih dana mjerila prisutnost onečišćivača u zraku. Koncentracije **formaldehida** bile su u okviru preporuka Svjetske zdravstvene organizacije, ali su prelazile francuske i nizozemske preporučene vrijednosti od 10 µg/m<sup>3</sup>. U pojedinim hrvatskim učionicama vrijednosti formaldehida bile su više od 19 µg/m<sup>3</sup>. Izmjerene koncentracije **dušikovog dioksida** su bile u skladu s preporukama, ali su vidljive veće koncentracije u školama koje se nalaze u blizini onečišćivača u vanjskom prostoru (blizina prometa, industrije i sl.).

## TABLICA 15. REZULTATI PROSJEČNIH VRIJEĐENOSTI KEMIJSKIH ONEČIŠĆIVAČA ZRAKA I DRUGIH PARAMETARA PO ŽUPANIJAMA I PODRUČJU (URBANO/RURALNO)

Županija /U-R	UPZ <sup>1</sup>	UBU <sup>2</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> <sup>4</sup>	FA <sup>5</sup>
Međimurska/R	1390	217	0,90	0,95	6,78
Međimurska/U	3100	738	2,03	0,79	6,30
Istarska/R	2100	273	0,90	0,53	9,90
Istarska/U	2600	570	1,60	1,14	13,90
Krapinskoz./U	<b>6000</b>	<b>767</b>	2,51	0,45	8,29
Splitsko d./R	2200	521	1,33	0,46	3,67
Splitsko d./U	3750	524	1,76	0,83	7,44
Karlovačka/R	3600	186	0,78	0,33	7,03
Varaždinska/U	3000	378	1,49	1,59	10,93
Sisačko m. /R	837	<b>103</b>	0,75	<b>0,32</b>	8,62
Sisačko m./U	3000	504	0,76	0,90	8,33
Osječko b./R	3500	636	8,62	2,01	12,17
Osječko b./U	4750	586	7,45	1,47	<b>19,04</b>
Zadarska/U	<b>360</b>	205	0,92	0,97	7,03
Zadarska/R	1159	130	<b>0,73</b>	0,67	<b>2,15</b>

<b>vNO<sup>6</sup></b>	<b>vC<sub>6</sub>H<sub>7</sub></b>	<b>vFA<sup>8</sup></b>	<b>UVOL<sup>9</sup></b>	<b>PP<sup>10</sup></b>	<b>T<sup>n</sup></b>	<b>RV<sup>12</sup></b>
1,79	0,87	1,38	215,96	18	21,96	45,94
3,45	1,04	1,54	210	18	<b>23,26</b>	42,33
3,11	1,54	2,18	173,62	13,33	21,56	45,27
3,20	0,50	1,53	262,38	15	21,35	54,24
3,91	0,44	1,57	192	11	20,92	47,54
1	<b>0,28</b>	1,4	<b>60,72</b>	17,86	20,64	43,38
2,36	1,22	<b>4,81</b>	70	20	20,79	42,13
1,04	0,42	2,21	130,87	<b>10,35</b>	<b>20,11</b>	50,18
12,84	0,53	<b>1,10</b>	<b>334,28</b>	13,8	20,27	54,81
<b>0,56</b>	0,29	1,83	123,94	13,68	20,82	<b>60,19</b>
0,96	1,18	2,24	117,6	18	22,98	54,67
12,06	2,14	3,92	180	<b>24</b>	22,74	37,7
14,85	1,87	3,142	162	18	21,33	49,19
1,15	0,86	1,44	162,03	13,33	21,6	49,67
1,1	0,75	1,16	134,29	16,23	20,7	40,79

## TABLICA 15. REZULTATI PROSJEČNIH VRIJEĐENOSTI KEMIJSKIH ONEČIŠĆIVAČA ZRAKA I DRUGIH PARAMETARA PO ŽUPANIJAMA I PODRUČJU (URBANO/RURALNO)

Županija /U-R	UPZ <sup>1</sup>	UBU <sup>2</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> <sup>4</sup>	FA <sup>5</sup>
Zagrebačka/R	1542	328	<b>12,49</b>	2,15	4,45
Zagrebačka/U	2338	377	1,03	0,52	10,33
Požeško s./U	1400	531	1,66	1,51	5,57
Brodsko p./U	1553	705	1,74	2,07	9,69
Brodsko p./R	1600	205	1,4	<b>21,83</b>	15,21

Mjerenje odabralih onečišćivača izvršeno je u 11 urbanih i 9 ruralnih škola. Prosječne vrijednosti iz Tablice 15. ukazale su na slijedeće: najviša koncentracija NO<sub>2</sub> u urbanoj sredini je izmjerena u školi Osječko-baranjske županije, a najniža u školi Sisačko-moslavačke županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija NO<sub>2</sub> je izmjerena u školi Zagrebačke županije (**12,49 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Zadarske županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub> je viša u ruralnim školama nego u urbanim, odnosno 3,1 µg/m<sup>3</sup> prema 2,10 µg/m<sup>3</sup>. Najviša koncentracija benzena u urbanoj sredini je izmjerena u školi Brodsko-posavske županije (**21,83 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Krapinsko-zagorske županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (benzen) je izmjerena u školi Brodsko-posavske županije, a najniža u školi Sisačko-moslavačke županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije benzena je viša u ruralnim školama nego u urbanim, odnosno 3,25 µg/m<sup>3</sup> prema 1,1 µg/m<sup>3</sup>. Najviša koncentracija formaldehida u urbanoj sredini je izmjerena u školi Osječko-baranjske županije (**19,04 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Požeško-slavonske županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija formaldehida je izmjerena u školi Brodsko-posavske županije, a najniža u školi Zadarske

vNO <sub>2</sub> <sup>6</sup>	vC <sub>6</sub> H <sub>6</sub> <sup>7</sup>	vFA <sup>8</sup>	UVOL <sup>9</sup>	PP <sup>10</sup>	T <sup>11</sup>	RV <sup>12</sup>
<b>22,17</b>	2,55	2,77	308	18	21,34	34,63
1,25	0,49	2,16	210,7	17	22,5	49,8
1,35	1,52	2,75	152,64	12,65	21,96	<b>31,23</b>
2,66	1,94	2,18	231	16	21,78	39,33
1,89	<b>9,4</b>	2,49	144	16	21,82	43,65

županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije formaldehida je viša u urbanim školama nego u ruralnim, odnosno 9,71 µg/m<sup>3</sup> prema 7,78 µg/m<sup>3</sup>.

Najviša koncentracija NO<sub>2</sub> u neposrednoj blizini škole u urbanoj sredini je izmjerena u školi Osječko-baranjske županije, a najniža u školi Sisačko-moslavačke županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija NO<sub>2</sub> u neposrednoj blizini škole je izmjerena u školi Zagrebačke županije (**22,17 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Sisačko-moslavačke županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub> u neposrednoj blizini škole je viša u ruralnim školama nego u urbanim, odnosno 4,97 µg/m<sup>3</sup> prema 4,36 µg/m<sup>3</sup>. Najviša koncentracija u neposrednoj blizini škole u urbanoj sredini je izmjerena u školi Brodsko-posavske županije, a najniža u školi Krapinsko-zagorske županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija benzena u neposrednoj blizini škole je izmjerena u školi Brodsko-posavske županije (**9,4 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Sisačko-moslavačke županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (benzen) u neposrednoj blizini škole je viša u ruralnim školama nego u urbanim, odnosno 2,03 µg/m<sup>3</sup> prema 1,06 µg/m<sup>3</sup>. Najviša koncentracija **formaldehida u neposred-**

**noj blizini škole** u urbanoj sredini je izmjerena u školi Splitsko-dalmatinske županije (**4,81 µg/m<sup>3</sup>**), a najniža u školi Varaždinske županije. U ruralnoj sredini najviša koncentracija formaldehida u neposrednoj blizini škole je izmjerena u školi Osječko-baranjske županije, a najniža u školi Zadarske županije. Ukupna srednja vrijednost koncentracije formaldehida u neposrednoj blizini škole je viša u urbanim školama nego u ruralnim, odnosno  $2,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prema  $2,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prosječni volumen učionice u ruralnoj sredini je  $164 \text{ m}^3$ , a u urbanoj  $191 \text{ m}^3$ . Prosječna **površina prozora** na ruralnim školama je  $16,30 \text{ m}^2$ , a na urbanim  $15,70 \text{ m}^2$ . **Temperature** zraka u učionicama i u urbanim i ruralnim školama su se kretale između  $20^\circ$  i  $24^\circ\text{C}$ . Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/o8, 90/10) odredio je temperaturu u učionicama od  $20^\circ\text{C}$ , rezultati istraživanja ukazali su na više temperature.

Isti standard odredio je i **relativnu vlagu** u učionicama od 45–55%. Relativna vlažnost u učionicama ruralne sredine je varirala od 34% do 60%, a u urbanoj sredini od 31% do 55%.

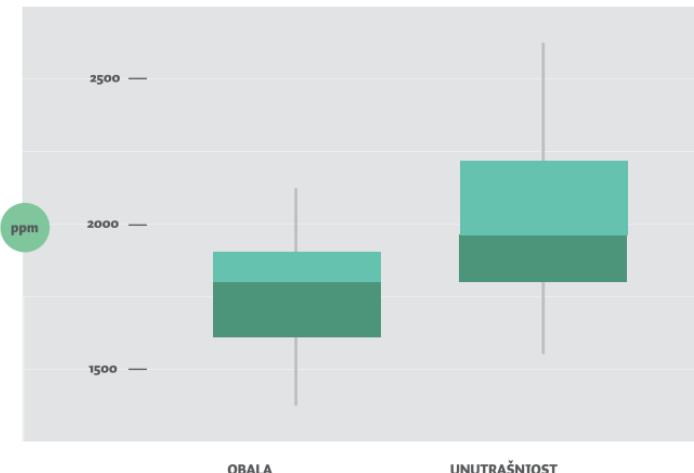
## TABLICA 16. VRJEDNOSTI CO<sub>2</sub> U 60 UČIONICA

Minimalna vrijednost (ppm)	Maksimalna vrijednost (ppm)	Prosječna vrijednost (ppm)
465	5000	1944,853

U Tablici 16. prikazane su vrijednosti CO<sub>2</sub> mjerene tijekom pet dana u 60 učionica. Koncentracije CO<sub>2</sub> su mjerene u odabranim školama u kojima su odredene po tri učionice koje su predstavljale cijelu zgradu. Postavljeni su automatski monitori za CO<sub>2</sub> na mjestima daleko od prozora i vrata. Osim toga, u svakom razredu učitelji su svaki sat vodili dnevnik i upisivali broj i prosječnu starnost učenika u svakom razredu, kao i stvarni raspored nastave. Svaka učionica je detaljno opisana u standardiziranom inspekcijskom obrascu. Zabilježeni su volumen sobe, vrsta ventilacije i druga relevantna opažanja. Minimalna izmjerena CO<sub>2</sub> vrijednost iznosila je 465 ppm, maksimalna 5000 ppm, a prosječna vrijed-

**nost 1944,853 ppm.** Preporuka Svjetske zdravstvene organizacije je 1000 ppm u zatvorenom prostoru, dok su hrvatski rezultati gotovo dvostruko veći. Ukupna srednja vrijednost koncentracije  $\text{CO}_2$  je viša u urbanim školama nego u ruralnim, odnosno 2016,17 ppm prema 1887,06 ppm.

#### Koncentracija $\text{CO}_2$ u zraku u osnovnim školama



**Slika 2.** Odnos koncentracija  $\text{CO}_2$  između škola koje se nalaze u primorskom i kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske

Rezultati  $\text{CO}_2$  ukazuju na veće koncentracije u učionicama osnovnih škola koje se nalaze u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske, za razliku od primorskog dijela (Slika 2.). Pretpostavka takvom odnosu je temperatura vanjskog zraka, odnosno u školama koje se nalaze u primorskem dijelu zemlje provjetranje je učestalije zbog toplijih klimatskih uvjeta. Provjetravanje je prirodnim putem, odnosno u učionicama su često otvoreni prozori što ujedno i smanjuje koncentracije  $\text{CO}_2$ .

## TABLICA 17. USPOREDOBA PREPORUČENIH VRIJEĐENOSTI PREMA RAZLIČITIM VODIČIMA

<b>Kratkotrajna izloženost</b>				
Parametri	SZO vodiči <sup>1</sup>	EU-INDEX <sup>2</sup>	French ANSES <sup>3</sup>	MDK, Nizozemska <sup>4</sup>
<b>Formaldehid</b>	100	30	50	120
<b>Benzен</b>	—	—	—	—
<b>NO<sub>2</sub></b>	200	200		
<b>CO<sub>2</sub></b>	—	—	—	—
<b>Dugotrajna izloženost</b>				
Parametri	SZO vodiči <sup>1</sup>	EU-INDEX <sup>2</sup>	French ANSES <sup>3</sup>	MDK, Nizozemska <sup>4</sup>
<b>Formaldehid</b>	100		10	10
<b>Benzен</b>	—	—	10	20
<b>NO<sub>2</sub></b>	40			40
<b>CO<sub>2</sub></b>	1000	—	—	—

<sup>1</sup>SZO - World Health Organization. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected pollutants. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2010.

<sup>2</sup>EU-INDEX - Kotzias, D., K. Koistinen, S. Kephalaopoulos, C. Schlitt, P. Carrer, M. Maroni et al. The INDEX project. Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU. Final Report. EUR 21590 EN.: European Commission, Directorate General, Joint Research Centre. 2005.

<sup>3</sup>French ANSES - AFSSET Working Group on Indoor Air Quality Guideline Values. "Indoor Air Quality Guideline Value Proposals Formaldehyde". 2007.

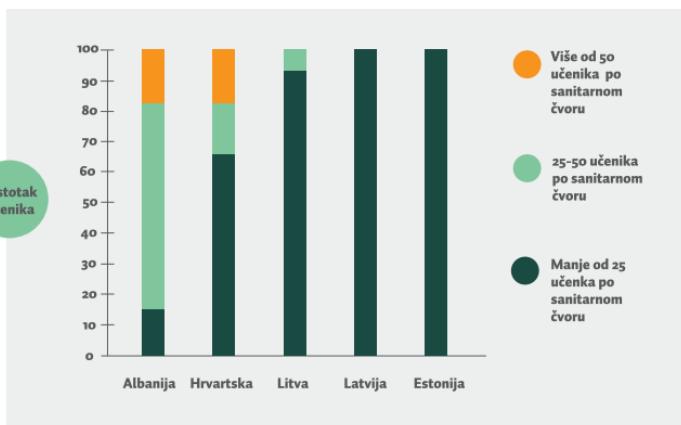
<sup>4</sup>MDK Nizozemska - VROM, Netherlands. Available from: <http://www.government.nl/>.

## 4.6. REZULTATI INSPEKCIJSKIH PREGLEDA SANITARNIH ČVOROVA

Županijski koordinatori su obišli i pregledali ukupno 982 sanitarna čvora. Navedeni rezultati označavaju zatećeno stanje tijekom inspekcije koordinatora iz županijskih zavoda. 56,24% pregledanih sanitarnih čvorova nije lako dostupno za učenike s tjelesnim poteškoćama. Nije funkcionalno u potpunosti 7,03% WC školjki i pisoara. Znakovi vandalizma pronađeni su u 16,34% sanitarnih čvorova. Trajni neugodni miris prisutan je u 10,44% sanitarnih čvorova. Oštećeni zidovi su u 11,96% sanitarnih čvorova, a u njih 4,1% prokišnjava strop, dok u 3,06% nema adekvatne rasvjete. Veliki problem predstavlja nedostatak toaletnog papira prisutan u 17,84% sanitarnih čvorova. Vrata WC kabine se ne mogu zaključati s unutarnje strane u čak 37,15% pregledanih WC-a. Priklučak na toplu vodu nema 57,69% prostora za pranje ruku. 23,88% prostora za pranje ruku nema sušila niti ubrusa za brisanje. Dostupnog sapuna nema 18,84% prostora za pranje ruku.

# 5. OSVRT NA MEĐUNARODNE REZULTATE

Istovjetno istraživanje u suradnji sa SZO se provodilo još učetiri zemlje: Estoniji, Litvi, Latviji i Albaniji. Rezultati su obrađeni u Europskom centru za okoliš i zdravlje SZO.



Slika 3. Dostupnost sanitarnih čvorova u školi (postotak učenika oba spola)

Nedostatak raspoloživog toaletnog papira i sapuna za pranje ruku je učestao problem u svim zemljama. Većina učenika u svim zemljama nije bila zadovoljna sa školskim WC-ima. Djekoje su nezadovoljnije s privatnošću u WC-ima u Hrvatskoj u odnosu na ostale zemlje. U Hrvatskoj, Estoniji i Albaniji učenici su u ruralnim školama dali pozitivnije odgovore na većinu pitanja (osim dostupnosti vode za pranje ruku) nego u urbanim školama.

Mnoge zemlje imaju standarde dopuštenih razina onečišćujućih tvari unutarnjeg zraka u školskim učionicama bez prisutnosti učenika, stoga nisu u cijelosti usklađeni sa SZO smjernicama.

Podaci istraživanja vođeni od strane SZO u svih pet europskih zemalja pokazuju da je pješačenje najuobičajeniji način dolaska u školu, dok je korištenje bicikla prilično neuobičajeno. Isto tako, analize odgovora ukazuju na potrebu poboljšanja infrastrukture koja bi podržavala sigurno korištenje bicikla kao načina prijevoza do škole.

Promatrane koncentracije NO<sub>2</sub> su daleko ispod smjernica SZO u svim školama. Koncentracije NO<sub>2</sub> na vanjskim mjernim točkama sugeriraju da su glavni izvori povezani s prometom u blizini škola.

Izmjerene koncentracije benzena su u nekim hrvatskim ruralnim sredinama dvostruko veće od preporučenih vrijednosti, a u nekim albanskim ruralnim školama gotovo šest puta veće. To se pripisuje neadekvatnom grijanju u učionicama.

Razine formaldehida za kratkotrajnu izloženost su bile ispod smjernica SZO u svim učionicama. No za dugotrajnu izloženost zamjećuje se u jednoj hrvatskoj školi skoro dvostruko veća razina od preporučene u Francuskoj i Nizozemskoj. Unutar učionica znatno su veće razine formaldehida od vanjskih te potvrđuju prisutnost izvora emisije u zatvorenom prostoru.

Izmjerene koncentracije CO<sub>2</sub> su uspoređivane s postojećim nacionalnim standardima ili smjernicama. Povišene prosječne razine CO<sub>2</sub> veće od 1000 ppm što je standard temeljen na njemačkim zdravstvenim preporukama zabilježene su u mnogim učionicama. U nekim zemljama učenici većinu vremena provode u prostorijama gdje koncentracije CO<sub>2</sub> prelaze razine 1000 ppm ili čak 2500 ppm.

Rezultati analize stopa ventilacije na temelju CO<sub>2</sub> monitoringa, volumena učionica i podataka o popunjenošću učionica ukazuju da je više od polovice pregledanih učionica imalo ventilaciju ispod europske norme s graničnom vrijednosti 3 lps/pp (litre per second per person), a gotovo 80% je imalo stopu ventilacije nižu od američkog standarda 7 lps pp.

Na razini države, udio školskog vremena koje učenici provode u vlagom zahvaćenim prostorijama procijenjen je uzimajući u obzir broj učenika u svakoj školi.

## TABLICA 18. PROCJENE POSTOTKA VREMENA U KOJEM SU UČENICI IZLOŽENI PLIJESNI I VLAZI U ŠKOLI PO ZEMLJAMA

Zemlja	Broj pregledanih škola	Ukupni broj učenika	Ukupni postotak vremena izloženosti po osobi	Najniži postotak vremena izloženosti po osobi	Najveći postotak vremena izloženosti po osobi
Albanija	12	7440	46.1%	0%	77.4%
Hrvatska	23	10750	15.8%	0%	71.5%
Estonija	4	958	6.5%	0%	12.9%
Latvija	4	1650	36.0%	20.4%	66.4%
Litva	10	5606	4.5%	0%	15.7%

Izvor podataka: WHO School Survey

Prema istraživanju SZO u koje je bilo uključeno više školskih zgrada, procijenjeni ukupni udio vremena izloženosti vlazi po učeniku je u hrvatskim školama 15,8% što je relativno povoljna vrijednost u odnosu na ostale zemlje, no zabrinjava najviši izmjereni postotak 71,5% koji potiče na detaljnija buduća istraživanja.

**Izvor:** School environment: policies and current status. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015.

## 6. ZAKLJUČCI

Ovakvo opsežno istraživanje zdravstvenih i ekoloških čimbenika do sada se nije provodilo u Republici Hrvatskoj. Rezultati su ukazali na visoke vrijednosti pojedinih parametara. Vanjski okoliš stalno se mijenja ljudskim aktivnostima, a isti utječe uz druge elemente i na unutarnji okoliš, a takav izmijenjeni (onečišćeni) okoliš može negativno djelovati na zdravlje djece u školama. Najveći broj školskih zgrada stariji je od 30 godina. Vanjski okoliš se u zadnjim desetljećima puno promijenio, odnosno glavne ceste, promet, industrije i slični izvori približili su se školskim zgradama. Organizacije redovnog nadzora i edukacije u školama o okolišnim čimbenicima, higijeni i zdravlju gotovo da i nema ili se rijetko održavaju. Provedeno istraživanje ukazalo je da pojedini onečišćivači koji se inače ne prate mogu u određenim koncentracijama dugotrajne izloženosti učenika štetno djelovati na njihovo zdravlje. Bolje razumijevanje izloženosti djece određenim kemijskim, fizikalnim i biološkim agensima te onečišćivačima zraka u zatvorenim prostorima i procjena rizika po zdravlje su preduvjeti davanja preporuka za poduzimanje potrebnih zaštitnih aktivnosti i mjera. Nova saznanja o utjecaju okoliša na zdravlje i blagostanje djece i mlađih u školskom okruženju, izmjene u drugim relevantnim zakonskim regulativama, novi načini rada i vrste izgradnje i dr., stvorili su potrebu za modernijim i ciljanim smjernicama. Ovim istraživačkim programom, doprinosi se promicanju i očuvanju zdravljia djece u zajednici. Neophodan je zajednički javno zdravstveni napor na promicanju zdravљa i blagostanja, u svrhu rješavanja zdravstveno - ekoloških problema te u sprječavanju nastanka bolesti kod djece povezanih s čimbenicima iz okoliša.

# 7. PREPORUKE

Zdravstvena ekologija obuhvaća one čimbenike u okolišu, koji u svakom trenutku izravno ili neizravno utječu na zdravlje. Da bi škole bile zdrave njima se treba upravljati na prihvatljiv način sukladno odredbama koje uređuju brigu o zdravlju te higijenske i sigurnosne uvjete. Stoga se trebaju uzeti u obzir: lokalni klimatski uvjeti, prometni uvjeti, onečišćenje zraka, izvori buke i drugi čimbenici rizika iz okoliša. Preporuča se uključiti u planove potrebna saniranja školske zgrade i različite mogućnosti aktivnog odmora djece u školskom okruženju (gradnja igrališta). Namjena ovih preporuka je zajamčiti ekološki prihvatljivo školsko okruženje s ciljem sprečavanja nastanka bolesti i ozljeda i konačno, zdravstvenog i socijalnog blagostanja. U želji da se omogući dugoročno i sustavno promicanje nadzora nad okolišnim i higijenskim školskim uvjetima potrebno je odgovarajućim načinom koordinirati sve javno zdravstvene mjere i aktivnosti koje su od interesa za škole, općine, županije i državne institucije.



## OPĆA PRAVILA HIGIJENE

Glavno čišćenje i održavanje školskog interijera i eksterijera mora se provoditi planski prema točno utvrđenim potrebama.

Aktivnosti u školi treba planirati tako da je rizik od mogućeg širenja zaraznih bolesti mali. Infektivne bolesti koje se mogu pojaviti u školi i školskim dnevnim boravcima su npr. uši, dišne zarazne bolesti, crijevne zarazne bolesti ili infekcije rana. Djeca i adolescenti su podložniji respiratornim infekcijama jer se često nalaze u napuštenim prostorijama.

Širenje zaraznih bolesti u školama najbolje je sprječiti:

- pomoću sapuna (tekući u dozatorima) i papirnatih ručnika na svim umivaonicima
- havikom pranja ruku nakon korištenja toaleta
- zbrinjavanjem krvarenja, čira i krvarenja iz nosa i sličnih povreda jednokratnim rukavicama
- čišćenjem prolivena krvi po namještaju i podu dezinfekcijskim sredstvom (registriranim)
- zabranom pušenja u školi i školskom okolišu.



## SANITACIJA

Sanitarni prostor i pretprostor se mora organizirati tako da su WC kabine i umivaonici dostupni svim učenicima i onima s invaliditetom. Sanitarni čvorovi trebaju zadovoljavati higijenski standardni dizajn, kapacitet i broj prilagođen potrebama škole.

1. potreban je dovoljan broj lako dostupnih WC-a, s mogućnošću zaključavanja vrata i vješalicom za odložiti stvari, odvojenih za osoblje i učenike, posebno za dječake i djevojčice. Najmanje jedan WC mora biti dostupan korisnicama invalidskih kolica.

2. WC kabine moraju biti u dobrom tehničkom stanju, a održavati se trebaju zadovoljavajućim čišćenjem

3. prostor mora imati umivaonik za pranje ruku s topлом i hladnom vodom, WC školjku, dozator s tekućim sapunom i papirnate ubruse te koš za smeće

4. sanitarni prostor mora biti adekvatno ventiliran

5. pod u sanitarnim prostorijama mora biti jednostavan za čišćenje i dizajniran tako da ne stvara neugodne mirise

6. ovisno o potrebi škole mora biti dovoljan broj tuševa

Za 30 učenica potrebno je osigurati dvije WC kabine, a za 30 učenika potrebno je osigurati jednu WC kabinu i 1,5 pisoar. Za isti broj učenika potrebno je u pretprostoru osigurati jedan umivaonik. Potrebno je osigurati jednu WC kabinu i imati dovoljno prostora za brigu o djeci s motoričkim poremećajima i prostor za presvlačenje i pranje inkontinentnih učenika.



## VODA ZA PIĆE

U našoj zemlji kao povoljna posljedica općeg poboljšanja higijensko sanitarnih prilika i nadzora vode za piće je silazno kretanje zarazne bolesti Hepatitisa A od 2000. godine, a od toga niti jedna oboljela osoba nije zaražena hidričnim putem tj. putem vode

koja se koristi za piće i ljudsku potrošnju. Da bi se zadržao povoljan trend pada zaraza prenosivih vodom za piće, neizmjerna je važnost stalnog nadzora, te sukladno Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13 i 64/15) načini postupanja i izvješćivanja u slučaju odstupanja od parametara za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju, monitoring (praćenje) i druge službene kontrole zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju i njihovo financiranje, a u cilju zaštite ljudskog zdravlja od nepovoljnih utjecaja bilo kojeg onečišćenja vode za ljudsku potrošnju i osiguravanja zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Republike Hrvatske. Zemlje članice SZO su se osobito obvezale 2010. Parmskom deklaracijom osigurati svakom djetetu pristup sigurnoj, zdravstveno ispravnoj vodi i sanitaciji u školama, dječjim vrtićima, domovima, centrima za čuvanje djece, zdravstvenim ustanovama i javnim rekreacijskim centrima do 2020. godine, te pojačati higijensku praksu.



## PUŠENJE I DUHANSKI DIM

U dječjoj dobi pasivna izloženost duhanskom dimu može biti uzrok teškoćama u učenju i problemima u ponašanju, usporenom psihomotoričkom rastu i razvoju neurokognitivnih oštećenja, upalama srednjeg uha, propadanju zubi, bronhitisu, bronhiolitisu, infekcijama pluća i tuberkulozi, pretilosti, oštećenju karotida, Chronovoj bolesti pa čak i tumoru mozga. Treba naglasiti da ne postoji sigurna razina izloženosti duhanskom dimu. Čak i prašina koja nakon pušenja ostaje na namještaju može, osobito u djece, izazvati određene zdravstvene teškoće. U literaturi se pojavio termin "dim iz treće ruke", koji označava rezidualnu kontaminaciju duhanskim dimom, čak mjesecima nakon što su cigarete ugašene, a prostor provjetren.

Rezultati GYTS globalnog istraživanja o uporabi duhana provedenog 2011. godine u hrvatskim školama među mladima od 13 do 15 godina starosti, donose alarmantne podatke: 2/3 mladih živi, ali i boravi u zatvorenim javnim prostorima s pušačima. Više od polovice njih ima bar jednog roditelja pušača. Pušače kao najблиže pri-

jatelje navodi 78% djece. Pušenje učenika u školskoj zgradi i oko nje uočava 86,2% djece, a pušenje učitelja u istom školskom okruženju primjećuje 74% djece. Djevojčice češće navode pušenje roditelja (56,6%) i najblžih prijatelja koji puše (79,6%). No svjesni su, dvije trećine njih, da bi pušenje u javnim prostorima (uključujući škole) trebalo zabraniti jer smatraju da je pasivno pušenje škodljivo.

Prvo eksperimentiranje s ovisnostima obično i započinje u adolescenciji, iz znatiželje ili utjecaja vršnjaka, bunta protiv roditelja i autoriteta, pokušaja afirmacije u društvu i nalaženja vlastite autentičnosti. Neki mladi, bilo radi nepodržavajuće okoline, loših uvjeta odrastanja, bilo radi postojanja ovisnosti u obitelji i nera-zumijevanja, će nažalost vrlo neprimjetno razviti ovisnost. Mladi najčešće imaju osjećaj kontroliranja uzimanja nikotina i smatraju da bi mogli prestati kad bi to htjeli. Međutim ako oni pušenje povezuju s pozitivnim učinkom, onda će ponoviti takvo ponašanje, a takav obrazac ponašanja s povezanim ritualima koji se ponavljaju iz dana u dan dovode do navike, odnosno, ovisnosti. Tada mlada osoba više ne puši jer želi, nego zato jer mora. Iz navedenog se podržava edukacija školske djece o problemu ovisnosti o nikotinu barem kroz jedan nastavni predmet. Isto tako se može praktično educirati školske djelatnike kako pružiti "prvu pomoć" u kriznim situacijama te provedbi kratke ankete i testiranju instrumentom koji mjeri koncentraciju nikotina u organizmu radi ranog prepoznavanja pasivnog ili aktivnog pušača među učenicima. Preporuča se suradnja školskog osoblja i roditelja koje treba uputiti s djecom na mjesto gdje mogu potražiti pomoć i posavjetovati se kako podržati pozitivan odnos prema nepušenju i to prvenstveno u zavode za javno zdravstvo odnosno nadležnom školskom liječniku. Ukoliko škola ima mogućnosti za uređenje školskih prostora može se sen-zorima dima nadzirati pušenje. Povremenim nadzorom prostorija npr. eko - patrolama, dodatno bi se moglo pospješiti održavanje nepušačkog okruženja u školama i oko njih.



Procjenjuje se da je u Europi i Americi 20-40% vlažnih stambenih prostora kolonizirano pljesnima. U Danskoj je čak do 50% škola i vrtića zabilježilo porast pljesni u zgradama. Površina prekrivena pljesnima može se kretati od nekoliko cm<sup>2</sup> pa sve do

vrlo velikih površina gdje je proliferacija plijesni veoma raširena. Iz ovih razloga vrlo je bitno prepoznati povezanost između plijesni i zdravstvenih problema djece koji su im izloženi, identificirati toksične metabolite prisutne u zgradama te odrediti rizične razine izlaganja. Aerogena izloženost plijesnima dovodi se u vezu s tzv. Sindromom bolesne zgrade (SBS) kojeg karakteriziraju nespecifični simptomi kao što su iritacija gornjih dišnih putova, glavobolja, umor, svrbež, crvenilo očiju, suha koža, a koji su povezani s određenim zatvorenim prostorom građenim ili održavanim na nepravilan način. Etiologija SBS nije do kraja razjašnjena i smatra se multifaktorijalnom pojmom. Povezana je s dječjom astmom, respiratornim simptomima i infekcijama. Oko 15% novih slučajeva astme povezuje se uz izvore vlage i plijesni u zatvorenom prostoru. Stoga je vrlo važno prostore za učenje održavati suhima. Posebno treba spriječiti nastanak kondenzacije vlage u učionicama. Tijekom zimskih mjeseci, zbog razlike u temperaturi vanjske okoline i unutarnjeg grijanog prostora zidovi i dio stropa mogu navući na sebe vlagu. Ukoliko se na vlažnim zidovima pojave plijesni potrebno je pristupiti renovaciji prostorije. Pritom se preporuča koristiti materijal koji je otporan na plijesan, kao što su primjerice razne boje i premazi za zidove i fuge. Zidovi se prvo prebrišu suhom spužvom, kako bi se skinuo sloj osušenih plijesni. Tekućinom protiv plijesni se površinu premaže više puta, na način da se svaki sloj dobro osuši. Tekućina se može umiješati i u boju za zidove. Tamo gdje je moguće se preporuča u fasadu postaviti vanjski toplinski sloj odnosno unutarnja izolacija u obliku ploča od gipsa ili stiropora.



## ZBRINJAVANJE OTPADA

Otpad se treba zbrinuti na higijenski siguran način, da se izbjegnu infekcije kod ljudi koji rukuju s otpadom. Osoba koja rukuje otpadom treba nositi zaštitne rukavice i transportirati dobro zatvoreni spremnik izdvojenim "nečistim" putem, gdje djeca nemaju pristup, do vanjskog sekundarnog odlagališta. Otpad se mora deponirati na sigurno ograđeno mjesto u blizini škole, a dostatan broj prikladnih spremnika s poklopcem za otpad mora biti ispravno postavljen, ograđen i nedostupan djeci. Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)

u svrhu sprječavanja nastanka otpada te primjene propisa i politike gospodarenja otpadom primjenjuje se red prvenstva gospodarenja otpadom, i to:

1. sprječavanje nastanka otpada,
2. priprema za ponovnu uporabu,
3. recikliranje,
4. drugi postupci oporabe npr. energetska uporaba i
5. zbrinjavanje otpada.

Sukladno čl. 39 Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), jedinica lokalne samouprave dužna je o svom trošku, na odgovarajući način osigurati godišnju provedbu izobrazno-informativnih aktivnosti u vezi gospodarenja otpadom na svojem području, a osobito javne tribine, informativne publikacije o gospodarenju otpadom i objavu specijaliziranih priloga u medijima kao što su televizija i radio.

## KVALITETA ZRAKA

Klimatski uvjeti i kvaliteta zraka zatvorenih prostora u školama treba biti odgovarajuća. Kontrolu temperature u učionicama i ventiliranje učionica potrebno je prilagoditi sezonskim varijacijama. Sukladno državnom pedagoškom standardu osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/08., 90/10), u nastavnim prostorijama treba osigurati četiri izmjene zraka na sat uz najveću brzinu strujanja zraka  $0,2 \text{ m/s}$  ili  $25\text{-}30 \text{ m}^3 \text{ zraka/h}$  po učeniku. U učionicama treba osigurati relativnu vlagu u zraku od 45-55%. Topljinska zaštita, zaštita od buke i akustika zidnih i stropnih konstrukcija zajedničkih prostora i učionica mora biti prema važećim propisima i standardima. Za grijanje i hlađenje prostora i pripremu tople vode mogu se koristiti sve vrste centralnog sustava. U prostorima za rad i boravak učionicama, prostorijama za organizaciju i koordinaciju rada, te u zbornici, zrak mora biti ravnomjerno zagrijavan na  $20^\circ\text{C}$ , u sportskoj dvorani na  $16 - 18^\circ\text{C}$ , u svačionicama i praonicama na  $20 - 22^\circ\text{C}$ , a u hodnicima i stubištima na  $18^\circ\text{C}$ . U razdoblju visokih vanjskih temperatura u prostorima škole treba osigurati optimalnu temperaturu,  $5^\circ\text{C}$  nižu od vanjske. Dobra kvaliteta zraka je posebno važna u zatvorenim školskim prostorima gdje uvjeti rada i učenja djece i zaposlenika moraju biti zdravstveno prihvatljivi.

Mnogi čimbenici utječu na kvalitetu zraka, uključujući raspored i građu zgrada, namještaj i materijale, način grijanja i ventilacijski sustav, korištenje prostora kao i čišćenje i održavanje. Javnozdravstveni stručnjaci ne preporučuju tepihe ili pokrivala nalik dekama u školama. Korištenje prostirki na svim ulazima škole, uz svakodnevno čišćenje, pokazalo se kao dobra mjera za zaustavljanje nastanka prljavštine i vlage.

Nedovoljno provjetravanje školskih prostora povezano je s akumulacijom određenih onečišćivača, neugodnim mirisom, a može biti i uzrokom zaraznih bolesti i slabijeg ishoda učenja. Zadaća ventilacije je stalna zamjena onečišćenog zraka iz učionica, svježim zrakom iz vanjske atmosfere radi održavanja potrebnih higijenskih uvjeta neophodnih za zdrav i ugodan boravak djece. Uloga ventilacije je i u odstranjivanju suvišne vlage i štetnih plinova iz školskih prostora, te rashlađivanju zraka u ljetnom razdoblju.

Prirodno provjetravanje (ventilacija) podrazumijeva izmjenu zraka bez korištenja mehaničkih sredstava i ventilacijskih sustava tj. iskorištavanje prirodnih zakona pri izmjeni zraka u nekoj zatvorenoj školskoj prostoriji. Zrak u zatvorenoj prostoriji se izmjenjuje zbog efekta dimnjaka (uzrok strujanja). Efekt dimnjaka je pojava koja uzrokuje strujanje toplijeg zraka kroz školsku zgradu prema gore zbog razlike u temperaturi, tj. razliku gustoći toplijeg i hladnjeg zraka. Otvaranjem prozora i vrata (prirodnim ventiliranjem) postiže se najintenzivnija izmjena zraka u učionicama. Ona ovisio o brzini strujanja zraka, razlici između temperatura unutarnjeg i vanjskog zraka, vrsti i rasporedu prozora i roleta u školskoj zgradi. Kratko prozračivanje potpunim otvaranjem krila prozora i vrata, osobito s aspekta zaštite od prehlada i uštede toplinske energije za grijanje, bolje je od trajnog prozračivanja kroz poluotvorena krila vrata ili prozora. U jednakim vremenskim intervalima na primjer svaki sat (ili tijekom školskog odmora) otvaranjem prozora na 5 do 10 minuta izmjeni se kompletna količina starog zraka u učionici.

Položaj krila vanjskih prozora i vrata	Broj izmjena zraka u satu ( $h^{-1}$ )
Prozor zatvoren, vrata zatvorena	0 - 0,5
Prozor otklopljen, drvene rolete spuštenе	0,3 - 1,5
Prozor otklopljen bez roleta	0,8 - 4
Prozor poluotvoren	5 - 10
Prozor potpuno otvoren	9 - 15
Prozor i vrata potpuno otvoreni (poprečno provjetravanje)	približno 40

Slika 4. Broj izmjena zraka pri prirodnoj ventilaciji kroz prozore i vrata

Ako prirodnim provjetravanjem, odnosno otvaranjem/zatvaranjem prozora (Slika 4), nije moguće osigurati kvalitetan zrak u učionicama, potrebno je razmotriti tehničke i ventilacijske preinake (ugrađivanje mehaničkog sustava ventilacije) ili smanjiti broj učenika u prostoriji. Koncentracija CO<sub>2</sub> u zraku ovisi o broju osoba u zatvorenom prostoru, duljini njihovog boravka i intenzitetu aktivnosti kao i o tehničkim uvjetima (volumenu prostorije, broju i veličini ventilacijskih otvora itd.). Mehanička ventilacija je prisilna umjetno stvorena izmjena zraka u zatvorenom prostoru kroz vertikalne kanale na mehanički pogon pomoću posebno dizajniranog sustava. Prednosti mehaničke ventilacije su da ne ovise o vremenskim uvjetima, te se mogu automatski regulirati. Nedostaci su veći investicijski troškovi te potrošnja energije. Moguća bi bila ugradnja senzora za praćenje CO<sub>2</sub> kao još jedna od primjerenih preventivnih mjera.

Štetni zdravstveni učinci nedovoljne ventilacije učionica, kao slabljenje kognitivnih funkcija, problemi s pamćenjem te češće glavobolje i respiratorne infekcije, su značajni te rezultiraju većim brojem izostanaka djece s nastave i nižim akademskim obrazovanjem.



## GRAĐEVINSKE ADAPTACIJE ŠKOLA

Prije rekonstrukcije školske zgrade ili kupovine nove školske opreme savjetovanje sa stručnjacima te pažljiv odabir materijala koji neće biti štetni za zdravje djece. Preporuka je školske prostore renovirati tijekom ljetnih mjeseci, odnosno za vrijeme školskih praznika kada su škole prazne, bez prisutnosti djece. Ukoliko se obnavlja određeni dio školske zgrade, treba ga izolirati od drugih dijelova zgrade kako bi spriječili put širenja prašine i drugih štetnih onečišćivača. Tijekom i neposredno nakon renoviranja treba provjetravati prostorije. Što je moguće prije preporuča se sanirati i ukloniti oštećenja i nedostatke na zgradama koja uzrokuju pojavu vlage i razvoj pljesni.

Mnogi novi proizvodi koji se koriste u prostornom uređenju i graditeljstvu sadrže tvari (smole, otapala i veziva) koje predstavljaju potencijalne izvore hlapivih organskih spojeva (HOS). Prilikom odabira namještaja i materijala potrebno je paziti da se upotrebljavaju proizvodi s niskom emisijom onečišćivača. Prednost se daje proizvodima s certifikatom koji garantira vrlo niske emisije hlapljivih i polu - hlapljivih organskih spojeva i formaldehida, zatim npr. lakovima na vodenoj osnovi, poliuretanskim ljepivima i temeljnima premazima bez otapala. Neophodno je uvek prozračiti prostor nakon unutrašnjeg opremanja. Proizvodi koji mogu predstavljati izvore onečišćenja su: zidne oplate, zastori, drveni kompozitni namještaj, tepisi i vinilne podne obloge, boje ljepila i dr. Boje za ličenje zidova u školama ne smiju biti na bazi žive.

Nakon povratka djece u školu na nastavu poslije završenih građevinskih radova, ne smije se zaboraviti na redovito provjetranje učionica tijekom odmora te prije i nakon nastave.

*Provedba istraživačkog programa je pokrenuta s ciljem premošćivanja kritičnih nedostataka podataka o kvalliteti okoliša u školama u smjeru razvoja usporedivih i dosljednih podataka. Kako su škole nakon domova drugo mjesto u kojem djeca provode najviše svog vremena, u prosjeku 4-6 sati dnevno, takve prostore bi trebalo staviti pod poseban zdravstveni - ekološki nadzor.*



# POJMOVNIK

**CFU** jedinice formiranja kolonija

**CO<sub>2</sub>** ugljikov dioksid

**GYTS** Svjetsko istraživanje o uporabi duhana u mladim

**HACCP** analiza opasnosti kritičnih kontrolnih točaka

**HOS** hlapivi organski spojevi

**HZJZ** Hrvatski zavod za javno zdravstvo

**RPG** regionalni prioritetni ciljevi

**Rur** ruralna, seoska

**SBS** Sindrom bolesne zgrade

**SZO** Svjetska zdravstvena organizacija

**Urb** urbana, gradska

**ZZJZ** Zavod za javno zdravstvo

**WECF** Žene u Europi za zajedničku budućnost



# U ISTRAŽIVANJU SU SUOJELOVALE SLJEDEĆE OSNOVNE ŠKOLE:

## **Grad Zagreb**

Čučerje  
Markuševac  
Bana Josipa Jelačića  
Brezovica  
Odra  
Gračani  
Kralja Tomislava  
Marina Držića  
Dragutina Tadijanovića  
Petrica Zrinskog

## **Ličko-senjska**

Karlobag  
Zrinskih i Frankopana - Vrhovine  
Plitvička jezera  
Lovinac  
Luke Perkovića  
Perušić  
S.S.Kranjčević Senj  
Dr.F.Tuđmana - Korenica  
Dr. Jure Turića  
Zrinskih i Frankopana - Otočac

## **Zadarska**

Petar Lorini - Sali  
Vladimir Nazor - Neviđane  
Starigrad  
Privlaka  
Galovac  
Smiljevac - Zadar  
Biograd

## **Zadarska**

Petar Zoranić - Nin  
Obrovac  
Šimuna Kožića Benje

## **Osiječko-baranjska**

Draž  
Batina  
Petrijevci  
Popovac  
Vladimira Nazora - Čepin  
Laslovo  
I.G.Kovačića 1  
I.G.Kovačića 2  
Jagode Truhelke  
Vijenac  
Kralja Tomislava - Našice  
Tin Ujević

## **Primorsko-goranska**

Ivan Rabljanin  
Ivan Goran Kovačić  
Jelenje - Dražice  
Ivan Mažuranić - N.Vinodolski  
Podmurvice  
Brajda  
Zamet  
Scuola Elementare Dolac  
Nikole Tesle  
Srdoći

### **Sisačko-moslavačka**

Jasenovac  
Josipa Kozarca  
Katarina Zrinska  
I.G.Kovačića - Gora  
Komarevo  
Novska  
Davorin Trstenjak  
Petrinja  
Stjepana Kefelja - Kutina  
Braće Bobetko

### **Splitsko-dalmatinska**

Ivan Leko - Proložac Imotski  
Jesenice - Dugi rat Omiš  
Kamešnica - Otok Sinj  
Dinka Šimunovića - Hrvace  
Tin Ujević - Krivodol Imotski  
Petra Berislavića - Trogir  
Brda - Split  
Split 3 - Split  
Pojišan - Split  
Ivan Lovrić - Sinj

### **Varaždinska**

V osnovna škola Varaždin  
Ante Starčević - Lepoglava  
Novi Marof  
Ivana Kukuljevića Sakcinskog  
Antuna i Ivana Kukuljevića  
Bisag  
Franje Serta Bednja  
Petrijanec  
Martijanec  
Petar Zrinski - Jalžabet

### **Požeško-slavonska**

Mladost - Jakšić  
Stjepana Radića - Čaglin  
Vilić Korajac - Kaptol  
Grigor Vitez - Poljana  
Dragutin Lerman - Brestovac  
Braće Radić - Pakrac  
Lipik  
Julij Kempf - Požega  
Fra Kaja Adžić - Pleternica  
Zdenko Turković - Kutjevo

### **Dubrovačko-neretvanska**

Ston  
Kula Norinska  
Župa Dubrovačka  
Stjepana Radića

### **Koprivničko-križevačka**

M.P.Miškine - Đelekovec  
Prof.F.V.Šignjara - Virje  
Gola – Gola  
S.R.Erdödy - G. Rijeka  
I. L.Croata – Kalinovac  
Molve - Molve  
Lj. Modeca – Križevci  
Koprivnički Bregi – K.Bregi

### **Karlovačka**

Vladimir Nazor-D.Resa  
Draganići  
Vojnić  
Slunj  
Cetingrad  
Braća Seljan  
Grabrik  
Švarča  
I. B. - Mažuranić Ogulin  
Dragočla Jarnević

### **Virovitičko-podravska**

Voćin  
Petar Preradović - Pitomača  
Suhopolje  
Gradina  
I. G. Kovačić - Zdenci  
Josip Kozarac - Slatina

**Virovitičko-podravska**

I.B.Mažuranić - Orahovica  
I.B.Mažuranić - Virovitica  
Vladimir Nazor - Virovitica  
Eugen Kumičić - Slatina

**Vukovarsko-srijemska**

I.B.Mažuranić Rokovci -  
Andrijaševci  
Vođinci - Vođinci  
Gradište - Gradište  
Fra B.Leaković - Bošnjaci  
Bobota-Bobota  
J.Kozarac - Vinkovci  
I.G.Kovačić - Vinkovci  
V.Nazor - Vinkovci  
I.Kozarac - Županja  
S.Glavašević - Borovo Naselje

**Krapinsko-zagorska**

Krapinske Toplice  
Stubičke Toplice  
V. Nazora Budinšćina  
Belec Belec  
Ant Mihanovića Petrovsko  
Ljudevit Gaj Krapina  
Janko Leskovar Pregrada  
Ksaver Šandor Gjalski Zabok  
Ante Kovačića Zlatar  
Đuro Prejac Desinić

**Istarska**

Dr.Mate Demarin Medulin  
Jože Šuran Višnjan  
Vladimir Gortan Žminj  
V. Nazora PŠ Karojava Pazin  
V. Nazora Potpićan  
V. Nazor Pazin  
Marija i Lina Umag  
V. Nazora Vrsar  
Veli Vrh Pula

**Brodsko-posavska**

I.G.Kovačić Donja Vrba  
Ljudevit Gaj Vrbje  
Sičice  
Dolina  
Stjepan Radić Oprisavci  
Trnjanski Kuti  
Poljanci  
Svilaj  
Prnjavor  
Novi Grad  
Kupina  
V. Nazor Ruščica  
Gornja Bebrina  
Klakar  
Donja Bebrina  
Ivan Mažuranić Sibinj  
Slobodnica  
Slatinik  
Gornji Andrijevci  
Grižići  
Ravan  
Grgurevići  
Blaž Tadijanović Podcrkavlje  
Dr. S. Ilijašević Slavonski Kobaš  
Brodski Stupnik  
I.G. Kovačić Sl Brod  
Antun Mihanović Sl Brod  
Ljudevita Gaja Nova Gradiška  
Ante Starčevića Resetari  
Đuro Pilar Slavonski Brod  
Slavonski Brod  
V. Nazor Slavonski Brod  
Gornja Vrba  
Blaž Tadijanović Podvinje  
Dr. Stjepan Ilijašević Oriovac

**Međimurska**

Goričan  
Donja Dubrava  
G. Mihaljevec

## **Međimurska**

Štrigova  
Nedelišće  
Prelog  
II OŠ Čakovec  
Mursko Središće  
I OŠ Čakovec  
III OŠ Čakovec



# ZAHVALE

*Zahvaljujemo se Ministarstvu zdravlja i  
Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta  
što su podržali provedbu programa.*

*Provođenje studije odobrili su sljedeći  
ravnatelji županijskih Zavoda za javno  
zdravstvo na čemu im se zahvaljujemo:*

1.

Sisačko-moslavačke županije - Svjetlana Ančić-Birač, dr. med.

2.

Brodsko-posavske županije - doc. prim. dr. sc. Ante Cvitković, dr. med.

3.

Krapinsko-zagorske županije - Tomislav Jadan, dipl. oec.

4.

Varaždinske županije - Dražen Jagić, dipl. oec.

5.

Ličko senjske županije - Dražen Jurković, dr. med.

6.

Vukovarsko-srijemske županije - Kata Krešić, dr. med.

7.

Dubrovačko-neretvanske županije - Mate Lakić, dr. med.

8.

Požeško-slavonske županije - Mate Matijević, dr. vet. med.

9.  
Primorsko-goranske županije - prof. dr. sc. Vladimir Mićović, dr. med.
10.  
Karlovačke županije - mr. sc. Boško Milanković, dr. med.
11.  
Splitsko-dalmatinske županije - mr. sc. Jasna Ninčević, dr. med.
12.  
Međimurske županije - Marina Payerl Pal, dr. med.
13.  
Osječko–baranjske županije - Zlatko Pandžić, dipl. oec.
14.  
Istarske županije - Aleksandar Stojanović, dr. med.
15.  
Zadarske županije - Zoran Škrgatić, dr. med.
16.  
"Dr. Andrija Štampar" - mr. Sanja Ožić, dipl. iur. i Zvonimir Šostar, dr. med.
17.  
Koprivničko-križevačke županije - dr. sc. Draženka Vadla, dr. med.
18.  
"Sveti Rok" Virovitičko-podravske županije - mr. sc. Miroslav Venus, dr. med.

## **Posebno se zahvaljujemo stručnjacima županijskih zavoda koji su obavili terenski rad**

Ivana Aušperger, dr.med.; Ana Bišćan, dipl.ing.; Željka Borojević, bacc.san.ing.; Dario Brdarić, dipl.san.ing.; mr.sc. Željka Cerovac, dipl.ing.; doc.dr.sc. Katja Ćurin, dr.med.; Đurđica Dragaš, dr.med.; Davorka Futivić, san.ing.; Sanja Gali, dr.med.; Vesna Halper - Lukač, dr.med.; Klaudija Ivančić-Radolović, dipl. san.ing.; dr.sc. Nataša Janev Holcer, dipl.ing.; Alema Ježić, dipl. ing.; Vlado Josić, dipl.san.ing.; Marko Klemenčić, mag.san.ing.; Mirjana Kohek, dipl.san.ing.; Danica Mikšik, dipl.ing.; Zdenko Mlinar, dipl.ing.; Martina Nadih, dipl.ing.med.biokem.; dr.sc. Jasna Nemčić-Jurec, dipl.ing.; doc.dr.sc.Sandra Pavičić Žeželj, dipl. san.ing.; dr.sc. Danijela Peroš Pucar, dipl.ing.; Danijela Petrušić, san.ing.; mr.sc. Hrvoje Radašević, prof.kinez.; Jasmina Stilinović-Totić, dipl.ing.; Mirjana Špehar, mag.med.biokem. i Štefica Vidić, san.ing.

## **Analize onečišćenja zraka proveli su:**

izv.prof.dr.sc.Ana Lončarić Božić,dipl.ing.; Daria Juretić, mag. ing.oecoing.i doc.dr.sc.Hrvoje Kušić, dipl.ing.

## **Zahvaljujemo se suradnicima na tehničkoj pomoći:**

Marku Brkiću, mag.soc., Bruni Cvetkoviću, dipl.san.ing., Petri Fleković, mag.act.soc., doc.dr.sc. Vlatki Gvozdić dr.med., Josipu Lukačeviću, bacc.ing.inf.tech, Filipu Maksanu, dr.med., Mateju Šapini dr.med., Vesni Štefančić, dr. med. i Dunji Vujičić, dr.med.

Posebnu zahvalu upućujemo dr. sc. Andreju Egorovu (WHO European Center for Environmental and Health Bonn, Germany) koji nam je ustupio metodologiju, omogućio edukaciju i trening te nas savjetovao u pojedinim segmentima provedbe studije.

Zahvaljujemo se također i našim domaćinima: ravnateljima, zaposlenicima i učenicima osnovnih škola koje su sudjelovale u istraživanju.



## SAŽETAK

Ova brošura daje pregled rezultata i preporuka proisteklih iz istraživanja zdravstveno-ekoloških indikatora u zatvorenim prostorima osnovnih škola na području Republike Hrvatske. Istraživanje je provedeno od 2012. do 2014. godine u 200 osnovnih škola. Promatrane škole nalazile su se u urbanim i ruralnim područjima kontinentalnog i primorskog dijela zemlje. Škole je pohađalo 72144 učenika, a anketirano je 11731 iz sedmih i osmih razreda. Istraživanje je bilo usmjereni na proučavanje okolišnih čimbenika rizika u školama, kao što su odabrani kemijski onečišćivači u zraku učionica, vlaga/plijesan, vrsta ventilacije, sanitacijski i higijenski uvjeti, konzumiranje duhanskih proizvoda i način transporta do škole. Navedeni čimbenici definirani su regionalnim prioritetnim ciljevima proisteklim iz Parmiske deklaracije. Istraživanje je provedeno suradnjom Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i županijskih zavoda za javno zdravstvo uz metodološku pomoć Svjetske zdravstvene organizacije. Ovakva vrsta istraživanja bila je nužna radi predlaganja smanjenja razina onih okolišnih čimbenika u školskom okruženju, koji značajno mogu utjecati na zdravlje djece. Rezultati su pokazali postojanje problema vezanih za pojedine parametre. Anketirane odgovorne osobe u školama ukazale su na više od 50% vidljivih tragova pljesni unutar škola. Veliki broj učionica (97,98%) sadrži povišene koncentracije ugljikovog dioksida. Zabrinjava podatak među ispitanim učenicima da njih 55,45% izbjegava vršenje nužde u školskim sanitarnim čvorovima, odnosno 76,46% ih nije zadovoljno sa školskim toaletima. Uočen je nedostatak toletnog papira, sapuna, tople vode i općenito loše higijensko stanje toaleta. Značajan problem predstavlja i konzumiranje duhanskih proizvoda u blizini ispitanih učenika u njihovim domovima. Zdravstveno-ekološki izvid školskog okoliša upućuje na blizinu vanjskih onečišćivača oko školskih zgrada (parkirališta, prometnice, industrijska postrojenja i sl.). Izvidom i mjeranjima je otkrivena i potvrđena izloženost djece na prisutnost vlage unutar školskih zgrada. Rezultati povišenih koncentracija odabranih kemijskih onečišćivača mjerjenih unutar učionica ukazali su na nedostatno provjetravanje prostorija i na prisutnost potencijalnih izvora unutar škola. Preporuča se proširiti istraživanje na

lokalnoj razini s ciljevima: identifikacije okolišnih pokazatelja rizika u školama; održivog renoviranja školskih prostora nakon završetka školske godine; korištenja materijala koji nemaju štetne učinke na zdravlje djece; proširenja edukacije o higijenskoj praksi i uvođenja učinkovitih načina provjetravanja učionica. Rezultati su ukazali na probleme vezane za pojedine parametre. Preporuča se proširiti istraživanja na lokalnoj razini s ciljem identifikacije okolišnih čimbenika rizika u školama.

**Ključne riječi:** okolišni čimbenici rizika, onečišćenje unutarnjeg zraka, zdravlje učenika,Parmska deklaracija, nadzor zdravstveno-ekoloških indikatora u školama.



## ABSTRACT

This booklet provides an overview of the results and recommendations stemming from investigations of health-environmental indicators indoors in elementary schools on the Croatian territory. The study was conducted from 2012 to 2014 in 200 primary schools. The observed schools were located in urban and rural areas of continental and coastal parts of the country. Schools were attended by 72,144 pupils and interviewed 11,731 pupils of the seventh and eighth grades. Research was directed towards the study of environmental risk factors in schools, such as selected chemical contaminants in the air classroom, moisture / mold, type of ventilation, sanitation and hygiene conditions, consumption of tobacco products and the transportation to school. The listed factors are defined in the regional priority goals deriving from the Parma Declaration. Research was conducted in cooperation between the Croatian Institute of Public Health and County Institutes of Public Health, with the methodological support of the World Health Organisation. This type of research was necessary in order to propose to reduce levels of those environmental factors in the school environment, which could significantly affect the health of children. The results pointed to problems related to certain parameters. Responsible persons who were surveyed in the schools indicated a more than 50% of the visible traces of mold within the school. Great number of classrooms (97.98%) contains higher concentrations of carbon dioxide. Worrying fact, 55.45% of pupils reported avoiding a toilet in school toilets, and 76.46% were not satisfied with sanitary area. There is lack of toilet paper, soap, hot water and general bad hygienic state of the toilets. A significant problem is the consumption of tobacco products in the vicinity of the pupils in their homes. Environmental health survey of school environment indicates the proximity of external pollutants around school buildings (parking, roads, industrial plants, etc.). After inspection and measurements exposure of children to the presence of moisture inside the school buildings is detected and confirmed. Elevated concentrations of selected chemical contaminants measured in the classroom pointed to insufficient ventilation of the rooms and the presence of potential sources within the school. It is recommended to expand the research at the local level with the

aim of: identification of environmental risk indicators in schools; sustainable renovation of school facilities after the end of the school year; using materials that have no harmful effects on the health of children; expansion of education on hygienic practices and the introduction of effective classroom ventilation methods. It is recommended to expand research at the local level to identify environmental risk factors in primary schools.

**Keywords:** environmental risk factors, indoor air pollution, health of school children, Parma Declaration, surveillance of environmental health indicators in primary schools



# KORIŠTENA LITERATURA

Annesi-Maesano, I., D. Caillaud, D. Lavaud, F.L. Moullec, Y. Taylard, A. Pauli et al. Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children. *Respiratory Medicine.* 2007; 101(8):1721–9

ASHRAE Standard 62/2001 Indoor Air Quality. Dostupno na: <http://www.trane.com/commercial/Uploads/PDF/520/ISS-APG001-EN.pdf>. [pristupljeno 10.3.2014.]

Cai, G.H., B. Malarstig, A. Kumlin, I. Johansson, C. Janson and D. Norback. Fungal DNA and pet allergen levels in Swedish day care centers and associations with building characteristics. *JEnviron Monit.* 2011;13(7):2018-24

Crosignani P, Tittarelli A, Borgini A, Codazzi T, Rovelli A, Porro E, Contiero P, Bianchi N, Tagliabue G, Fissi R, Rossitto F, Berrino F. Childhood leukemia and road traffic: A population-based case-control study. *Int J Cancer.* 2004; 108(4):596-9

Daisey, J.M., Angell, W.J., Apte, M.G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air.* 2003; 13: 53-64

Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (63/08., 90/10) Dostupno na:  
<http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339618.html>  
(pristupljeno 17.1.2014.)

Egorov et al. Unpublished data from the WHO Schools Survey (2012-2014)

Ficović Z., Hanić M. Plijesni Aspergillus ochraceus i Eurotium herbariorum: aerogena izloženost u zatvorenim prostorima i toksični učinci ekstrakata spora na stanice ljudskog adenokarcinoma pluća A549. Farmaceutsko - biokemijski fakultet Sveučilište u Zagrebu. 2013. Dostupno na:

[http://www.unizg.hr/rektorova/upload\\_2013/Ficovi%C4%87,Hani%C4%87-rad.pdf](http://www.unizg.hr/rektorova/upload_2013/Ficovi%C4%87,Hani%C4%87-rad.pdf) (pristupljeno 17.1.2014.)

Fog Nielsen K. Mycotoxin production by indoor molds. *Fungal Genetics and Biology*. 2003; 39:103–117

German Federal Environment Agency's Indoor Air Hygiene Commission. Guidelines for Indoor Air Hygiene in School Buildings. 2008

Global Youth Tobacco Survey. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention. World Health Organization. 2008

Gravesen S at all. Microfungal Contamination of Damp Buildings-Examples of Risk Constructions and Risk Materials. *Environmental Health Perspectives Supplements* 1999; S3:107

Hafkenscheid, T., Fromage-Mariette, A., Goelen, E., Hangartner, M., Pfeffer, U., Plaisance, H., de Santis, F., Saunders, K., Swaans, W., Tang, Y.S., Targa, J., van Hoek C. and M. Gerboles. Review of the application of diffusive samplers in the European Union for the monitoring of nitrogen dioxide in ambient air. JRC51106. EUR 23793 EN. ISBN 978-92-79-12052-7. ISSN 1018-5593. 2009

Haverinen-Shaughnessy U, Turunen M, Paanala A, Metsämuuronen J, Palonen J, Putus T, Kurnitski J, Nevalainen A, Shaughnessy R. Health and Academic Performance of Sixth Grade Students and Indoor Environmental Quality in Finnish Elementary Schools. Submitted.2010b.

Hutton G and Haller L. Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level. *Water, Sanitation and Health Protection of the Human Environment*, Geneva, Switzerland, World Health Organization. 2004

Jurvelin J, Vartiainen M, Jantunen M, Pasanen P. Personal exposure levels and microenvironmental concentrations of formaldehyde and acetaldehyde in Helsinki metropolitan area, Finland. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2001; 51:17–24

Kelman B., Robbins C., Swenson L., Hardin B. Risk from Inhaled Mycotoxins in Indoor Office and Residential Environments. *International Journal of Toxicology*, 2004, 23, 3-10.

Karakitsios S, Kassomenos P, Sarigiannis D, Pilidis G, 2010. Exposure Modeling of Benzene Exploiting Passive–Active Sampling Data. Environ Model Assess. 2010; 15:283–294

Kirchner S, Lindvall T, McLaughlin J, Molhave L, de Oliveira Fernandes E, Seifert B. Critical Appraisal of the Setting and Implementation Exposure Limits in the EU (INDEXproject). EUR 21590 EN. 2005

Kyriacou A, Drakopoulou S, Georgaki I, Fountoulakis M, Mitsou E, Lasaridi KE, Manios Y, Manios T. Screening for faecal contamination in primary schools in Crete, Greece. Child Care Health Dev. 2009; 35(2):159–63

Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden. 2008. Dostupno na:  
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3689.pdf> (pristupljeno 20.6.2015.)

Lugg AB and Batty WJ. “Air quality and ventilation rates in school classrooms 1: air quality monitoring” Building Serv. Eng. Res. Technol. 1999; 20 (1):13–21.

M. Griffiths, M. Eftekhari, Control of CO<sub>2</sub> in a naturally ventilated classroom, Energy and Buildings. 2008; 40: 556–560

Mayer D. Povezanost pušenja duhana adolescenata s medijskim porukama o pušenju. Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet: Doktorska disertacija, 2015.

Mudarri, David H. Potential correction factors for interpreting CO<sub>2</sub> measurements in buildings. ASHRAE Transactions. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers, Inc. 1997; Paper 4076: 244–255

P.A. Siskos, K.E. Bouba, A.P. Stroubou, Determination of selected pollutants and measurement of physical parameters for the evaluation of indoor air quality in school buildings in Athens, Greece. Indoor and Built Environment . 2001;10:185–192