



# NACIONALNA STRATEGIJA ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH

---

SLOVENIJA

Verzija 1  
12.2019

---



## Kazalo

1.	Uvod .....	3
2.	Glavni sestavni deli strategije .....	4
2.1.	Ocena ranljivosti.....	4
2.1.1.	Osnovne šole v Sloveniji in v Mestni občini Ljubljana .....	4
2.1.2.	Splošni pregled vrst in stanja šolskih zgradb v naši regiji: v Mestni občini Ljubljana (MOL) ....	4
2.1.3.	Leto gradnje šolskih stavb v MOL Ljubljana .....	4
2.1.4.	Povzetek.....	5
2.2.	SWOT analiza .....	6
2.2.1.	Izobraževalna politika .....	6
2.2.2.	Zakonodaja.....	6
2.2.3.	Financiranje.....	7
2.2.4.	Vpletenost različnih deležnikov / zainteresirane javnosti (vključno z organi odločanja) .....	7
2.2.5.	Trenutno stanje uporabljene tehnologije / materialov.....	8
2.2.6.	Možnost razvoja inovativne sodobne tehnologije .....	8
2.2.7.	Širjenje znanja in večja ozaveščenost vodstva šol o zagotavljanju dobre kakovosti zraka IAQ	8
2.2.8.	Trendi v javnem zdravju, ki lahko vplivajo na IAQ .....	8
2.2.9.	Lokacija.....	9
2.2.10.	Povzetek analize SWOT .....	9
2.3.	Delo na terenu - meritve kakovosti zraka v izbranih osnovnih šolah .....	11
2.3.1.	Ocena zdravja in dobrega počutja otrok .....	12
2.3.2.	Lastnosti šolskih zgradb, pridobljene s kontrolnim seznamom .....	13
2.3.3.	Ocena kakovosti notranjega zraka: meritve .....	17
2.4.	Rezultati meritev .....	19
2.4.1.	Formaldehid.....	19
2.4.2.	Toluen .....	19
2.4.3.	Etilbenzen .....	20
2.4.4.	Trikloretilen.....	20
2.4.5.	Tetrakloretilen .....	21
2.4.6.	Benzen .....	21
2.4.7.	CO <sub>2</sub> .....	22
2.4.8.	PM <sub>2,5</sub> .....	22
2.4.9.	Relativna vlažnost.....	23
2.4.10.	Temperatura .....	23
2.4.11.	Ocena zdravstvenega tveganja: Indeks kakovosti zraka .....	24
3.	Predlagani ukrepi na podlagi parametrov.....	25
3.1.	Formaldehid .....	25
3.1.1.	Results .....	25
3.1.2.	Possible source .....	Error! Bookmark not defined.
3.1.3.	Action plans.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Benzene .....	28
3.2.1.	Results .....	28
3.2.2.	Possible source .....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3.	Action plans.....	Error! Bookmark not defined.



3.3.	VOC .....	30
3.3.1.	Possible source .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2.	Action plans .....	Error! Bookmark not defined.
3.4.	Particulate Matters PM <sub>2,5</sub> .....	32
3.4.1.	Results .....	32
3.4.2.	Possible source .....	Error! Bookmark not defined.
3.4.3.	Ukrepi .....	32
3.5.	CO <sub>2</sub> .....	34
3.5.1.	Rezultati .....	34
3.5.2.	Možni viri .....	34
3.5.3.	Ukrepi .....	34
3.6.	Relativna vlažnost .....	35
3.6.1.	Rezultati .....	35
4.	Akcijski načrti - seznam ukrepov .....	35
4.1.	Procesne izboljšave .....	35
4.2.	Tehnične izboljšave .....	36
4.3.	Druge izboljšave .....	36
5.	Primeri akcijskih načrtov .....	36
6.	Nacionalna strategija za zagotavljanje kakovosti notranjega zraka v osnovnih šolah	39
6.1.	Deležniki .....	40
6.1.1.	Šolsko osebje .....	40
6.1.2.	Strokovnjaki .....	43
6.1.3.	Državni organi .....	44
6.1.4.	Javnost .....	45
6.2.	General process plan for improvement of IAQ in the school buildings ....	Error! Bookmark not defined.
6.3.	Capacity building trainings .....	Error! Bookmark not defined.
6.4.	Monitoring .....	Error! Bookmark not defined.
6.5.	Awareness raising .....	Error! Bookmark not defined.
6.6.	Legislations .....	47
7.	Zaključek .....	47

## 1. Uvod

Nacionalna STRATEGIJA ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH temelji na oceni ranljivosti, analizi SWOT in terenski kampanji. Razdeljena je na dva dela:



1. Posebni akcijski načrti: za 12 izbranih šol na podlagi spremljajoče kampanje.
2. Splošni akcijski načrti: nacionalna strategija akcijskih načrtov IAQ.

## 2. Glavni sestavni deli strategije

Glavni sestavni deli strategije so ocena ranljivosti, SWOT analiza in terenska kampanja.

### 2.1. Ocena ranljivosti

#### 2.1.1. Osnovne šole v Sloveniji in v Mestni občini Ljubljana

V Sloveniji je 447 osnovnih šol, 375 šol je zdravih šol (Slovenska mreža zdravih šol - SMZŠ). Raziskava vrst in stanja šolskih zgradb je bila opravljena med 51-imi osnovnimi šolami (50 šolskih stavb) v Mestni občini Ljubljana (nekatero spadajo v SMZŠ, nekatere ne). Podan je splošen pregled vrst šolskih objektov v Mestni občini Ljubljana: podatki o starosti šolskih objektov in času obnove stavb.

Število osnovnih šol v Sloveniji in ljubljanski zdravstveni regiji<sup>1</sup>

- Število osnovnih šol v Sloveniji: 452
- Število osnovnih šol ljubljanske zdravstvene regije: 116

#### 2.1.2. Splošni pregled vrst in stanja šolskih zgradb v naši regiji: v Mestni občini Ljubljana (MOL)

Delna prenova stavb je bila narejena na skoraj vseh 50-ih šolskih stavbah v MOL. Samo za dve šoli ni bilo najdenih podatkov glede obnove zgradbe.

Kot glavni konstrukcijski material na mnogih starejših stavbah je bila uporabljena opeka (13 stavb), na novejših stavbah pa prevladuje armiran beton.

Na večini šolskih zgradb je bila obnovljena streha (39 stavb) in zamenjana okna (35 stavb). Nekatero šole so se odločile za obnovo vodovodne in / ali električne napeljave (20 šol) in za obnovo fasad z izboljšano toplotno izolacijo (18 šol).

Za ugotavljanje energetske učinkovitosti gradnje je bila izdelana Energetska izkaznica stavb - dokument, ki obstaja za cca. 30 šolskih zgradb v Ljubljani. Na podlagi tega dokumenta smo ugotovili začetni vložek energije, namenjen pretvorbi v toploto na enoto stavbne površine in letno porabo električne energije za stavbe.

#### 2.1.3. Leto gradnje šolskih stavb v MOL Ljubljana

Zgrajeno v letih 1889-1913 = 8 šol

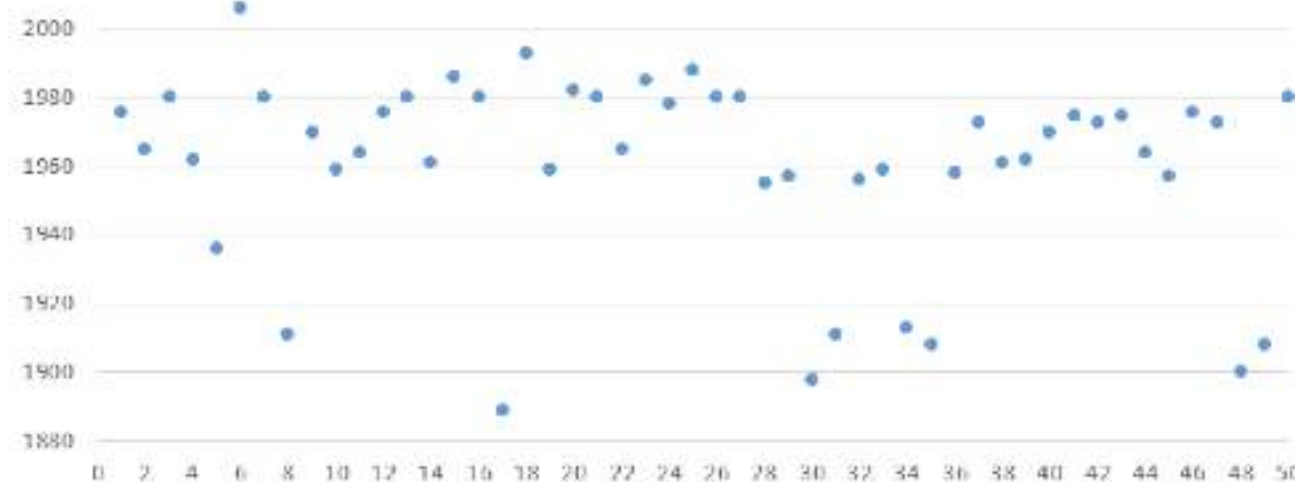
Zgrajeno v letih 1913-1950 = 1 šola

Zgrajeno v letih 1951-1960 = 8 šol

Zgrajeno v letih 1961-1970 = 10 šol

<sup>1</sup> Viri: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, povezave: <https://krka1.mss.edus.si/registrirweb/Seznam1.aspx?Seznam=2010> and <https://krka1.mss.edus.si/registrirweb/Seznam1.aspx?Seznam=2020>

Zgrajeno v letih 1971-1980 = 17 šol  
 Zgrajeno v letih 1981-1990 = 4 šole  
 Zgrajeno v letih 1991-2000 = 1 šola  
 Zgrajeno v letih 2000-2017 = 1 šola



Slika 1: Prikaz leta izgradnje šolskih stavb v MOL

#### 2.1.4. Povzetek

Zaradi zmanjšanja toplotne izgube se predlagajo naslednji ukrepi:

- V stavbah z visoko porabo energije je predlagana namestitev dodatne toplotne izolacije ustrezne debeline za celoten ovoj stavbe.
- V stavbah z zelo slabo izoliranim podstrešjem je predlagana namestitev dodatne mehke toplotne izolacije.
- Zamenjava oken z nizkimi toplotnimi izgubami.
- Vgradnja prezračevalnih sistemov z rekuperacijo toplote za celotno zgradbo. Prezračevalni sistem mora biti sestavljen iz več lokalnih prezračevalnih naprav, ki so nameščene na določenih mestih v vsakem nadstropju stavbe.
- Vzpostavitev samodejnega krmiljenja ogrevalnega sistema z namestitvijo termostatskih ventilov na radiatorje.
- Zamenjava starejših svetilk za razsvetljavo z novejšimi (LED paneli).
- Uvedba organizacijskih ukrepov za redno izklapljanje luči, izklop električnih in elektronskih naprav, ki se ne uporabljajo.

To so osnovni ukrepi za zmanjšanje porabe energije v stavbi, hkrati pa ne povzročajo dodatnih stroškov.

O kakovosti zraka v šolah v Mestni občini Ljubljana je dostopnih le malo podatkov. Opazili smo pomanjkanje na področju zakonov za projektiranje šolskih stavb v Sloveniji. Prav tako ni posebnih smernic ali pravil o spremljanju kakovosti zraka v šolskih prostorih.

## 2.2. SWOT analiza

SWOT analiza temelji na pregledu naslednjih tem: izobraževalna politika, zakonodaja, financiranje, vključenost zainteresiranih deležnikov, trenutno stanje uporabljene tehnologije in materialov, možnost uporabe sodobnih inovativnih tehnologij, diseminacija in večja ozaveščenost vodstva šol glede zagotovitve dobre kakovosti notranjega zraka IAQ, trendi v javnem zdravju, ki lahko vplivajo na kakovost zraka IAQ in lokacija šole.

### 2.2.1. Izobraževalna politika

Na splošno je v enem razredu med 16 (najmanj) in 28 (največ) učencev (če je otrok s posebnimi potrebami, se največje število zmanjša). Glede na raziskavo je običajno v enem razredu 23 otrok.<sup>2</sup>

Kakovost zraka v notranjih prostorih ni vključena v učne vsebine osnovnega izobraževalnega sistema. Poleg tega učitelji odpirajo okna na podlagi svoje samoocene (ni splošnega pravila, kako pogosto bi morali odpirati okna). Naloga ravnatelja je opozoriti na slabo kakovost zraka v učilnicah.



Slika 2: Osnovna šola Karel Destovnik Kajuh (Vir: arhiv InAirQ).

### 2.2.2. Zakonodaja

Neodvisen pravni akt o higienskih in tehničnih zahtevah za osnovne šole ne obstaja. Posamezni dejavniki, ki vplivajo na kakovost zraka v notranjih prostorih, se obravnavajo ločeno.

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. L. RS, št. 42/02, 105/02 v 110/02 - ZGO-1) določa zahteve glede temperature, prezračevanja in vrednosti nekaterih onesnaževal v zraku v zaprtih prostorih (CO<sub>2</sub>, Rn, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO, VOC, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>). Vendar pa vodstva šol premalo nadzorujejo zahteve/zakone in na splošno premalo poznajo vse zahteve.

Zakon o nalezljivih boleznih (Ur. L. RS, št. 33/06 - UPB) za fizične in pravne osebe ter ustanove, pristojne za zdravje, se zavezuje k izvajanju splošnih ukrepov, ki v skladu s posebnimi predpisi zagotavljajo ustrezen

---

<sup>2</sup> Law on Primary School (Ur. l. RS, no. 81/06 - official consolidated text, 102/07, 107/10, 87/11, 40/12 - ZUJF, 63/13 and 46/16 - ZOFVI-K), Rules on norms and standards for the implementation of the primary school programme (Ur. l. RS, no. 57/07, 65/08, 99/10, 51/14 and 64/15).



prostor za kakovost zraka v notranjih prostorih. Pomanjkljivost zakona je slab nadzor nad izvajanjem splošnega ukrepa in dejstvo, da znotraj zakona ni določena ustrezna kakovost zraka. Predlagamo natančno opredelitev pojmov v zvezi s kakovostjo notranjega zraka - določitev kazalnikov onesnaževal kakovosti zraka in njihovih mejnih vrednosti.

Uredba o energetske učinkovitosti stavb (Ur. L. RS, št. 52/10) omogoča izvajanje hibridnega ali mehanskega prezračevanja, kadar naravno prezračevanje ni mogoče. Vgrajeni mehanski ali hibridni prezračevalni sistemi stavb morajo zagotavljati učinkovito prezračevanje z rekuperacijo toplote.

### 2.2.3. Financiranje

Ministrstvo za izobraževanje običajno financira samo tehnologijo ali drugo opremo, v stavbo ne investira. Lastnik šolske stavbe je običajno občina in od njeh je odvisno, koliko denarja bodo vložili v obnovo ali obnovo stavbe. Denarja za obnovo šol primanjkuje, običajno so prenove delne (na primer streha, fasada itd.), redko dodajo mehansko prezračevanje v celotni zgradbi.

### 2.2.4. Vpletenost različnih deležnikov / zainteresirane javnosti (vključno z organi odločanja)

Pri načrtovanju, vzdrževanju in uporabi šolskih stavb sodelujejo različni ljudje, od državnih organov do stroke in splošne javnosti/ uporabnikov (tabela 1).

DRŽAVNI ORGANI	STROKOVNJAKI	UPORABNIKI
<b>PRISTOJNA MINISTRSTVA</b> - Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport - Ministrstvo za zdravje - Ministrstvo za okolje in prostor <b>INŠTITUTI, AGENCIJE, UNIVERZE</b> - Nacionalni inštitut za javno zdravje - Agencija RS za okolje - Univerze (Medicinska fakulteta, Zdravstvena fakulteta, Fakulteta za arhitekturo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo) <b>OBČINE</b> - Mestna občina Ljubljana	<b>ZAPOSLENI:</b> - vodstvo šole - učitelji/ce - tehnično osebje (hišniki, čistilke) <b>NAČRTOVALCI, OBLIKOVALCI</b> - arhitekti - krajinski arhitekti, urbanistični načrtovalci - gradbeniki - strojniki - izvajalci <b>STROKOVNJAKI S PODROČJA ZDRAVJA</b> - specialist in strokovnjaki s področja javnega zdravja - pediatri - Slovenska mreža zdravih šol	<b>VSI ZAPOSLENI</b> STARŠI (posredni vpliv) UČENCI /OTROCI (neposredni vpliv) SKUPNOST

Čistilke: imajo svoja pravila, vsa čistilna sredstva so določena; ko pospravijo učilnico, odprejo okno; udeležiti se morajo izobraževanja o čistilnih sredstvih, postopkih.

Arhitekti/načrtovalci: imajo velik vpliv v fazi načrtovanja, ko lahko poučijo investitorje in bodoče uporabnike o pomenu kakovosti notranjega zraka.

Starši: lahko podarijo nekaj opreme ali pohištva; so vez med učenci in učitelji; lahko učence/svoje otroke ozaveščajo o kakovosti notranjega zraka.

Skupnost: Na splošno je skupnost večja in bolj vključena v šolo v manjših krajih.

Tabela 1: Različni deležniki, od vlade do stroke in javnosti, ki sodelujejo pri načrtovanju, vzdrževanju in uporabi šolskih zgradb, vključeni v SWOT analizo.

### 2.2.5. Trenutno stanje uporabljene tehnologije / materialov

Gradbeni / konstrukcijski materiali: najpogostejši gradbeni material sta beton in opeka.

Table: ponavadi klasične table na kredo.

Prezračevalni sistemi: vedno v kuhinji (12/12), včasih v telovadnici (3/12), pisarni (3/12), računalniški sobi (1/12), šolski jedilnici (1/12), šolski dvorani (2/12), v nekaterih učilnicah (2/12), celotna zgradba (1/12).

Klimatske naprave: običajno je klimatska naprava le v nekaterih prostorih (npr. kuhinja) in ne v vseh učilnicah..

Kuhinja ponavadi nima oken, ponavadi je le mehansko prezračevana.

Zaključna obdelava in pohištvo/oprema: pohištvo se kupuje na razpisih in ne vključuje nevarnih materialov.

### 2.2.6. Možnost razvoja inovativne sodobne tehnologije

Table: klasične krede je potrebno zamenjati s sodobno tehnologijo, »smart boards«.

Prezračevalni sistemi morajo biti vgrajeni v vseh prostorih šolske zgradbe (ne samo v kuhinji, temveč tudi v učilnicah).

Klimatske naprave morajo biti izvedene v vseh učilnicah (v celotni zgradbi).

Kuhinja naj bo pozicionirana stran od drugih prostorov, kjer učenci preživijo največ časa.

### 2.2.7. Širjenje znanja in večja ozaveščenost vodstva šol o zagotavljanju dobre kakovosti zraka IAQ

Diseminacija in ozaveščanje učiteljev trenutno ne poteka. Zaenkrat še ni vzpostavljenega stalnega usposabljanja o kakovosti zraka v notranjih prostorih v okviru Mreže zdravih šol ali katere koli druge institucije (Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ministrstva za zdravje).

Predlagamo večjo diseminacijo in ozaveščanje učnega osebja in širše javnosti (morda preko mreže Zdravih šol, ki jo vodi Nacionalni inštitut za javno zdravje - vanjo je vključenih 70% osnovnih šol v Sloveniji). Dobra priložnost je tudi dokument, ki ga je pripravila delovna skupina za zrak na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje z naslovom Kakovost zraka v zaprtih prostorih - Smernice za širšo javnost (na voljo na spletni strani Nacionalnega inštituta:

[http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji\\_zrak\\_priporocila\\_za\\_prebivalce\\_zadnja\\_11\\_012017.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11_012017.pdf)).

### 2.2.8. Trendi v javnem zdravju, ki lahko vplivajo na IAQ

Na področju preučevanja vpliva onesnaževal zunanega zraka na zdravje je bilo izvedenih več nacionalnih in svetovnih epidemioloških študij in mednarodnih projektov. Po drugi strani znanstveniki in strokovnjaki spoznavajo, da ljudje več časa preživijo v zaprtih prostorih, kjer so prisotne številne škodljive snovi. Področje izpostavljenosti onesnaževalcem zraka v zaprtih prostorih je slabo raziskano. Z metodološkega vidika, ki temelji na dokazih javnozdravstvenih dejavnosti, to kaže na več izzivov. Izzivi so povezani z možnostjo pridobivanja podatkov o vrsti in koncentraciji onesnaževal v zraku v zaprtih prostorih in drugih





dejavnikih tveganja, na podlagi katerih bomo lahko opredelili učinke na zdravje. Za pripravo tovrstnih ocen je potrebno aktivno sodelovanje vseh partnerjev, udeležencev raziskovanja in sodelujočih organizacij / institucij, zdravstvenih in okoljskih strokovnjakov, pa tudi podpora lokalnih, regionalnih in nacionalnih organov (izveden pristop vpliva na zdravje z različnih zornih kotov).

V Evropi so na področju IAQ doslej izvedli tri večje projekte (SINPHONIE, TAB in HEIMTSA), katerih namen je bil oceniti vpliv kakovosti zraka v zaprtih prostorih na zdravje otrok v izobraževalnih ustanovah. Rezultati raziskav so bili pridobljeni z namenom določitve priporočil in pravnih podlag za izboljšanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih. V Sloveniji sta bili doslej opravljene dve anketi o merjenju koncentracije ogljikovega dioksida v vrtcu. Možnost javnega zdravja, da pridobi informacije o kakovosti zraka v šolskem okolju, o opredelitvi možnih učinkov na zdravje otrok in drugih pomembnih dejavnikih tveganja, povezanih z gradbenim, socialnim in fizičnim okoljem ter družinsko zgodovino, predstavlja udeležba Slovenije v evropskem Interreg projektu InAirQ (ukrepi mednarodne prilagoditve za celostno upravljanje kakovosti zraka v notranjih prostorih).

### 2.2.9. Lokacija

Osnovne šole so običajno postavljene v bližini glavne ceste, praviloma je v bližini tudi parkirišče. Ker je Slovenija kmetijska država, so v bližini šol pogosto tudi polja in kmetije (npr. problem gnojil). Ker pa je Slovenija tudi zelena država, je običajno okoli šole veliko zelenja (parki, gozd, drevesa itd.).

### 2.2.10. Povzetek analize SWOT

SWOT orodje za analizo	Notranja analiza	
	<p><b>PREDNOSTI</b></p> <p>Kaj negativno vpliva na šolsko okolje v zvezi s kakovostjo notranjega zraka (IAQ)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Učitelji med odmori odpirajo okna (pomanjkanje merljivih podatkov).</li> <li>2. Uporaba čistilnih sredstev, ki ne vplivajo na kakovost zraka.</li> <li>3. Centralno ali daljinsko ogrevanje.</li> <li>4. Kajenje v stavbi ni dovoljeno.</li> <li>5. Večinoma ni azbesta v šolskih stavbah v Sloveniji in večinoma ni označen kot območje, ki je prizadeto z radonom (območja šolskih stavb).</li> <li>6. Čiščenje: popoldne / zvečer po šolskem času (globinsko čiščenje večinoma vsakih šest mesecev ali vsako leto).</li> <li>7. Zakonodaja: o mehanskem prezračevanju in o načrtovanju šol (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Pravilnik o energetski učinkovitosti stavb in</li> </ol>	<p><b>SLABOSTI</b></p> <p>Kaj negativno vpliva na šolsko okolje v zvezi s kakovostjo notranjega zraka (IAQ)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Večina šol v učilnicah nima mehanskih prezračevalnih sistemov.</li> <li>2. Klimatska naprava samo v nekaterih delih šolske zgradbe (običajno ne v učilnicah).</li> <li>3. Nizka ozaveščenost o kakovosti zraka v notranjih prostorih in slaba osveščenost učiteljev o kakovosti zraka v notranjih prostorih: ni usposabljanj za učitelje o kakovosti zraka v notranjih prostorih; IAQ ni vključen v učne vsebine osnovnega izobraževanja</li> <li>4. Starost šolskih zgradb (večina je bila zgrajena med letoma 1961 in 1980 (44/50 stavb je bilo zgrajenih pred letom 1980). Večinoma le delno obnovljene (na primer zamenjava oken, novo prezračevanje le v 40% šolskih stavb v Mestni občini Ljubljana)</li> <li>5. Pomanjkanje ustrezne opreme za preverjanje vrednosti pretoka zraka v prezračevalnih kanalih - v učilnicah.</li> </ol>



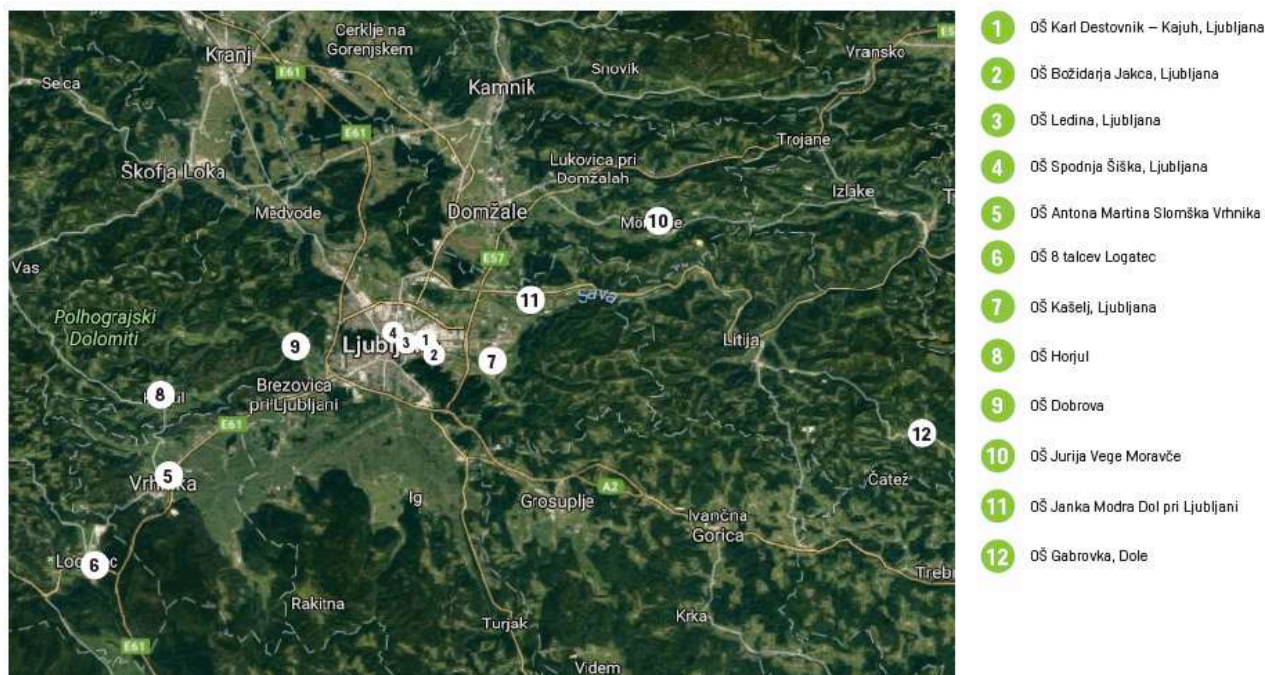
	<p>Navodilo za gradnjo osnovnih šol v Sloveniji).</p> <p>8. Brošure o IAQ Nacionalnega inštituta za javno zdravje.</p> <p>9. Delna prenova stavb je bila narejena skoraj na vseh 50-ih osnovnih šolah v Mestni občini Ljubljana: na večini šolskih zgradb je bila obnovljena streha (39 stavb) in zamenjana okna (35 stavb). Nekatere šole so se odločile za nove vodovodne in / ali električne inštalacije (20 šol) in obnovo fasade z izboljšano toplotno izolacijo (18 šol).</p> <p>10. Vse šole imajo Energetsko izkaznico.</p>	<p>6. Ni nobenih posebnih smernic ali pravil za spremljanje kakovosti zraka v šolah.</p> <p>7. Oprema: pomanjkanje pozornosti pri izbiri materialov, pri izbiri prevladuje cena.</p> <p>8. Pomanjkanje zakonov za projektiranje šolskih stavb v Sloveniji, s posebnim poudarkom na higienskih in tehničnih zahtevah za osnovno šolo.</p> <p>9. Uporaba kemikalij za čiščenje tal in mize.</p> <p>10. Ni interdisciplinarnega sodelovanja med različnimi akterji / deležniki.</p>	
Zunanja analiza	<p><b>PRILOŽNOSTI</b></p> <p>Kakšne so priložnosti za izboljšanje kakovosti notranjega zraka (IAQ) v šolskem okolju??</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Priporočila odgovornih organov (npr. Nacionalnega inštituta za javno zdravje, Ministrstva za zdravje).</li> <li>2. Usmeritve in priporočila, razvita v okviru projektov za izboljšanje kakovosti zraka v šolah.</li> <li>3. Proces termo-modernizacije šol.</li> <li>4. Dostop do objav/publikacij o kakovosti zraka, rezultatov meritev kakovosti zunanjega in notranjega zraka, vpliva onesnaževanja zraka na zdravje ljudi, vključno z otroki, in metod za zmanjšanje ravni onesnaževanja v zraku.</li> </ol>	<p>Strategije za priložnosti in prednosti (OS)</p> <p>Kako lahko s prednostmi izkoristimo priložnosti?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Dvig osveščenosti</b> - razdelitev brošur Nacionalnega inštituta za javno zdravje med šolami.</li> <li>2. Pravilna izbira materialov in tehnoloških procesov, ki se uporabljajo pri termo-modernizaciji šole.</li> <li>3. Uporaba smernic in priporočil, razvitih pri projektih za izboljšanje kakovosti zraka v šolah.</li> <li>4. Popraviti / očistiti prezračevalne naprave med postopkom termo-modernizacije.</li> <li>5. Možnost urejanja poteka aktivnosti učencev glede na kakovost zunanjega zraka.</li> <li>6. Opazovanje pojavnosti bolezni dihal, ki so v literaturi navedene v povezavi z onesnaženostjo zraka med učenci in izvajanjem dejavnosti v primeru povečane obolevnosti šolskih otrok (npr. v izbranih razredih).</li> <li>7. Potreba po daljši prenovi (doslej ni bilo mehanskega prezračevanja, doslej le delne prenove).</li> </ol>	<p>Strategije priložnosti in slabosti (OW)</p> <p>Kako lahko premagamo slabosti, če izkoristimo priložnosti?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pravilnik o kakovosti notranjega zraka (IAQ) v šolah.</li> <li>2. Priprava smernic za gradnjo in spremembe v sodelovanju s pristojnimi ministrstvi.</li> <li>3. Predlog za vključitev tematike o kakovosti zraka v učne vsebine v osnovnih šolah.</li> <li>4. Interdisciplinarni sestanki / konference / usposabljanja o zdravem oblikovanju stavb, zdravem okolju in potencialnem vplivu na zdravje.</li> <li>5. Razširjanje znanja in večja ozaveščenost šolskega vodstva glede zagotavljanja dobrega IAQ (kakovosti notranjega zraka).</li> <li>6. Pogosto prezračevanje učilnic (odpiranje oken).</li> <li>7. Izvajanje pregleda literature in razdelitev izbranih publikacij med šolsko osebje za ozaveščanje o kakovosti zraka.</li> <li>8. Vgradnja prezračevalnih sistemov z rekuperacijo toplote v celotno zgradbo.</li> </ol>
<p><b>NEVARNOSTI</b></p> <p>Katere so nevarnosti, ki lahko negativno vplivajo na kakovost notranjega zraka (IAQ) v šolskem okolju?</p>	<p>Strategije ogroženosti (TS)</p> <p>Kako lahko uporabimo Prednosti, da se izognemo nevarnostim?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Izbira pravega časa za čiščenje / manjša popravila.</li> </ol>	<p>Strategije nevarnosti in slabosti (TW)</p> <p>Kako lahko zmanjšamo pomanjkljivosti in se izognemo nevarnostim?</p>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Okolica šole (industrija).<sup>3</sup></li> <li>2. Močan promet (med 12 šolami 9-krat zelo velik, velik ali srednje velik promet).</li> <li>3. Prodiranje velikih količin prahu v notranje šolsko okolje od zunaj.</li> <li>4. Veljavni zakonski predpisi - pomanjkanje podrobnih zahtev za zagotavljanje ustreznih parametrov zraka v šolskih prostorih.</li> <li>5. Pomanjkanje sredstev za potrebna popravila.</li> <li>6. Pomanjkanje sredstev za vgradnjo sodobnih prezračevalnih sistemov.</li> <li>7. Nizka ozaveščenost o kakovosti zraka v zaprtih prostorih pri starših, ki sodelujejo pri nakupu materialov za notranjo opremo in pohištvo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Pogosto čiščenje in natančno odstranjevanje plasti prahu.</li> <li>3. Upočasniti promet v okolici šole (npr. zaprositi lokalne organe o postavitvi ležečih policajev na cesti v okolici šole).</li> <li>4. Prošnja za dodatna sredstva pri lokalni samoupravi na podlagi priporočil po pregledu</li> <li>5. Izvajanje pregleda literature in razširjanje izbranih publikacij med starši za ozaveščanje o kakovosti zraka.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ozaveščanje o kakovosti zraka v notranjih prostorih med šolskim osebjem in starši učencev.</li> <li>2. Izboljšanje vključenosti šolskega osebja in staršev v ukrepe za izboljšanje kakovosti notranjega okolja v šolah.</li> <li>3. V šolah ustvariti organ, ki bo odgovoren za zagotavljanje ustrezne kakovosti zraka v notranjih prostorih.</li> <li>4. Kmetijstvo v bližini.</li> </ol>
---	--	--

Tabela 2: SWOT analiza

### 2.3. Delo na terenu - meritve kakovosti zraka v izbranih osnovnih šolah

Meritve kakovosti notranjega zraka so bile izvedene v 12-ih izbranih osnovnih šolah.



Slika 3: Delo na terenu - osnovne šole, kjer smo izvedli meritve kakovosti notranjega zraka

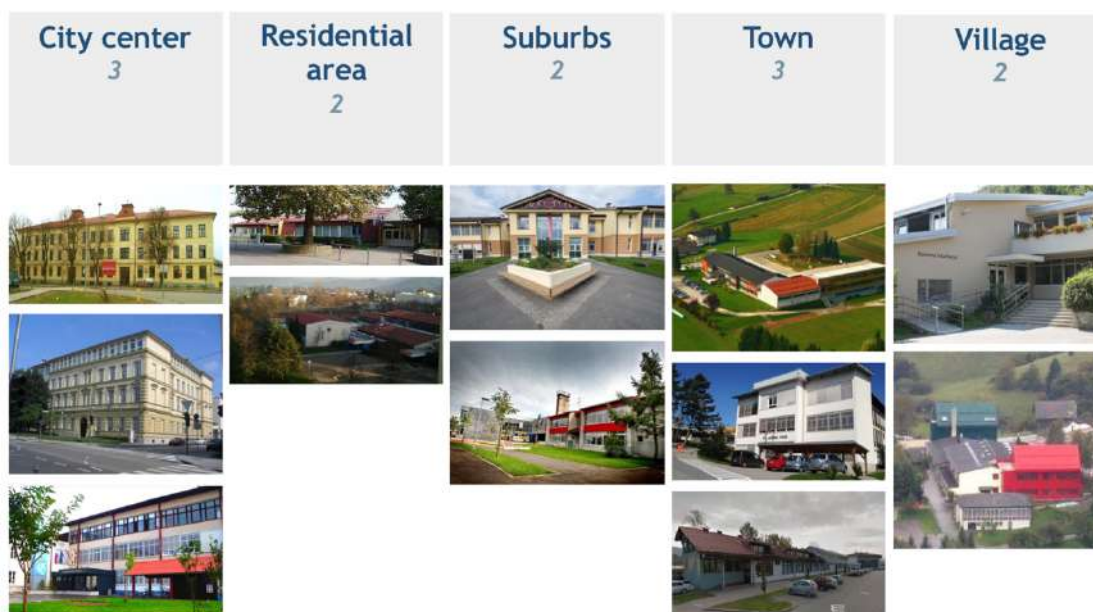
<sup>3</sup> Podrobne analize šolskih zgradb so v poročilu projekta InAirQ.

Pri izbiri šol so bili upoštevani naslednji kriteriji:

- Lokacija: podeželsko / urbano območje (nomenklatura EU), zelene površine / območja z gostim prometom / industrijo  
\* Približno polovica šol naj bi bila na podeželju (velike zelene površine), polovica šol pa v mestnem območju (na območju gostega prometa / industrije).
- Prezračevanje: naravno, mehansko, kombinacija obeh
- Starost zgradb: <1946, 1946-1960, 1961-1970, 1971-1989, > 1990

Meritve kakovosti notranjega zraka so bile izvedene na dvanajstih izbranih osnovnih šolah, ki so se med seboj razlikovale tudi po lokaciji:

- 3 osnovne šole se nahajajo v mestnem središču,
- 2 osnovni šoli se nahajata v stanovanjski soseski,
- 2 osnovni šoli se nahajata v predmestju,
- 3 osnovne šole se nahajajo v večjem naselju,
- 2 osnovni šoli se nahajata na vasi.



Slika 4: Izbrane osnovne šole, kjer smo izvedli meritve kakovosti notranjega zraka

### 2.3.1. Ocena zdravja in dobrega počutja otrok<sup>4</sup>

Zbiranje podatkov:





<sup>4</sup> \*The results are presented in another document.

- Anketni vprašalnik o pogostosti bolezenskih simptomov, učenci tretjih razredov osnovnih šol, 12 šol, ki so sodelovale v projektu.
- Vprašalnik so izpolnili starši otrok.
- Odzivnost: 203/162 (83.74%)

Vsebina vprašalnika:

- Splošne informacije o otroku
- Podatki o nosečnosti, porodu in zgodnjem otroštvu
- Informacije o alergijah (predvsem vezanih na dihala)
- Informacije o bivalnem okolju
- Demografska vprašanja
- Otrokovo dožemanje šolskega okolja

### 2.3.2. Lastnosti šolskih zgradb, pridobljene s kontrolnim seznamom

Šola	Šola		Učilnica		Ostalo
	Lastnosti: lokacija šole, starost, glavni konstrukcijski material, gostota prometa	Problemi (visoke koncentracije)	Fotografija učilnice	Problemi, ki lahko izhajajo iz učilnice	Možni viri onesnaževanja zraka
01	- mesto, stanovanjska soseska -1976 -opeka, beton - malo prometa	Benzen Formaldehid PM <sub>2,5</sub> CO <sub>2</sub>		Zavese, linolej, kreda, parkirišče ob učilnici, staro pohištvo, dekoracija (likovni pouk, lepila), rastline	Parkirišče, kurilnica, kemikalije za čiščenje  Zunanji viri: 1 kurilnica, 2 prometna cesta, 3 parkirišče 
02	-mesto, stanovanjska soseska -1981 - beton - veliko prometa	Benzen PM <sub>2,5</sub> CO <sub>2</sub> Relativna vlažnost			Parkirišče, prometna cesta, industrija, kurilnica, prašna mesta (klet), poškodbe zaradi vode 

					<p>Zunanji viri: 1 parkirišče, 2 prometna cesta, 3 tržnica, 4 kurilnica, 5 kmetijstvo</p>
03	<p>- mestno središče</p> <p>- 1884 (razširitev 1950)</p> <p>- prenova delov (električni kabli, učilnice)</p> <p>- opeka</p> <p>- veliko prometa</p>	<p>Benzen</p> <p>PM<sub>2,5</sub></p> <p>CO<sub>2</sub></p> <p>Relativna vlažnost</p>		<p>Zavese, dekoracija (likovni pouk), linolej, kreda, pohištvo ni tako staro</p> <p>Zunanje parkirišče poleg učilnic, nad parkiriščem, plastična okna</p>	<p>Parkirišče, prometna cesta, poškodbe zaradi vlage, kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 prometna cesta</p>
04	<p>- mestno središče</p> <p>- 1908 (razširitev 1976)</p> <p>- opeka, les</p> <p>- srednje veliko prometa</p>	<p>Benzen</p> <p>PM<sub>2,5</sub></p> <p>Relativna vlažnost</p>		<p>Okraski (likovni pouk), lesena tla, krede in pisala, rože (nekaj malih), srednje staro pohištvo, lesena okna</p>	<p>Parkirišče, prometna cesta, železnica v bližini, prašna mesta, poškodbe zaradi vode (klet), kemikalije za čiščenje,</p> <p>Zunanji viri: 1 prometna cesta, 2 železnica</p>
05	<p>- primestje</p> <p>- 2000</p> <p>- opeka, beton</p> <p>- srednje veliko prometa</p>	<p>Formaldehid</p>		<p>Linolej, dekoracija (srednje), torbefotelji, ni starega pohištva, plastična okna</p>	<p>Parkirišče, mizarstvo, prašna mesta (telovadnica, učilnica za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode in vlage (kuhinja, kurilnica, učilnice), čiščenje s kemikalijami</p> <p>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 proizvodnja, tržnica, objekti lahke industrije, 3 kmetijstvo</p>

06	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manjše mestno središče</li> <li>-1883 (razširitev1976)</li> <li>- prenova (1996, izolacija)</li> <li>-opeka, beton, kamen</li> <li>- srednje veliko prometa</li> </ul>	<p>Benzen PM<sub>2,5</sub> Relativna vlažnost</p>		<p>Zelo malo dekoracije, lesena tla, flomastri in krede, srednje staro pohištvo, plastična okna</p>	<p>Parkirišče, prometna cesta, odlagališče odpadkov, čistilna naprava, kotlovnica, prašna mesta (učilnica za tehnične predmete, knjižnica), poškodbe zaradi vlage (kuhinja), kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 industrija, 2 glavna cesta, 3 kmetijstvo, 4 odlagališče odpadkov, 5 individualne ogrevalne naprave</p>
07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- primestje</li> <li>-1995 (razširitev 2010)</li> <li>- prenova (2010)</li> <li>- beton</li> <li>- zelo veliko prometa</li> </ul>	<p>Benzen Relativna vlažnost</p>		<p>Zelo malo dekoracije, linolej, krede, rastline (malo), srednje staro pohištvo, plastično okno.</p>	<p>Močno prometna cesta, železnica, prašna mesta (telovadnica, učilnica za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode in vlage (učilnice, hodniki), kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 industrija, 2 glavno železniško vozlišče, 3 individualne ogrevalne naprave, 4 kmetijstvo, 5 glavne ceste</p>
08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vas</li> <li>-1975</li> <li>- prenova (2013, okna, izolacija)</li> <li>- opeka, beton, železo</li> <li>- malo prometa</li> </ul>	<p>Benzen Formaldehid PM<sub>2,5</sub> CO<sub>2</sub> Relativna vlažnost</p>		<p>Malo dekoracije, lesena tla, plastična okna, zeleni prostor okoli šole</p>	<p>Prašna mesta (kotlovnica), poškodbe zaradi vode in vlage (kuhinja, stranišče), kemikalije za čiščenje, industrija</p> <p>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo, 3 industrija (daleč)</p>

09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manjše mesto</li> <li>-1974 (razširitev 2006)</li> <li>- prenova (2006)</li> <li>- opeka, beton</li> <li>- malo prometa</li> </ul>	<p>Benzen</p> <p>Relativna vlažnost</p>		<p>Lesena tla, kreda, parkirišče, dekoracija, plastična okna, srednje staro pohištvo</p>	<p>Parkirišče, kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manjše mesto</li> <li>-1967</li> <li>- prenova (električni kabli, vodovodni sistem)</li> <li>- opeka, beton</li> <li>- zelo veliko prometa</li> </ul>	<p>Benzen</p> <p>PM<sub>2,5</sub></p> <p>CO<sub>2</sub></p> <p>Relativna vlažnost</p>		<p>Ploščice na tleh, dekoracija (malo), kreda, plastična okna, novo pohištvo</p>	<p>Veliko parkirišče, prometna cesta, kurilnica, prašna mesta (učilnice za tehnične predmete), poškodbe zaradi vlage (učilnice), azbest (flokulat), kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo (polja), 3 električna industrija</p>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>-mesto</li> <li>-1972</li> <li>- prenova (2016, električni kabli, osvetlitev, vodovodni sistem)</li> <li>- opeka, beton</li> <li>- veliko prometa</li> </ul>	<p>Benzen</p> <p>Formaldehid</p> <p>PM<sub>2</sub></p> <p>CO<sub>2</sub></p>		<p>Plastična okna, dekoracija, lesena tla, kreda, flomastri</p>	<p>Parkirišče, prometna cesta, kemikalije za čiščenje, kemična industrija</p> <p>Zunanji viri: 1 parkirišče, 2 prometna cesta, 3 kemična industrija, 4 kmetijstvo</p>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>-vas</li> <li>-1978 (razširitev 2006)</li> <li>- beton</li> <li>- srednje gost promet</li> </ul>	<p>Benzen</p> <p>Formaldehid</p> <p>PM<sub>2,5</sub></p> <p>Relativna vlažnost</p>		<p>Dekoracija (malo), linolej, kreda, flomastri, zavese, plastična okna, individualno ogrevanje</p> <p>Gradbišče</p>	<p>Parkirišče, prašna mesta (kotlovnica, učilnice za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode (učilnice), kemikalije za čiščenje</p> <p>Zunanji viri: 1 cesta v bližini, parkirišče, 2 individualni ogrevalni napravi, 3 kmetijstvo: njive, kmetje, 4 lahka industrija (sadna industrija)</p>




					
Vse šole: Čiščenje v popoldanskem času					

Tabela 3: Lastnosti šolskih stavb

### 2.3.3. Ocena kakovosti notranjega zraka: meritve

Meritve kakovosti notranjega zraka so potekale od 13.11.2017 do 16.3.2018, en teden v vsaki šoli.

Šola	Datum
	13. - 17.11.2017
	20. - 24.11.2017
	27.11. - 1.12.2017
	4. - 8.12.2017
	11. - 15.12.2017
	8. - 12.1.2018
	15. - 19.1.2018
	22. - 26.1.2018
	29.1. - 2.2.2018
	26.2. - 2.3.2018
	5. - 9.3.2018
	12. - 16.3.2018

Tabela 4: Meritve kakovosti notranjega zraka

Izvedli smo meritve naslednjih parametrov:

- Temperatura zraka in relativna vlažnost
- delci (PM2.5)
- CO2
- aldehydi (formaldehidi)
- VOC (hlapne organske spojine) (benzen)
- NO2
- Radon



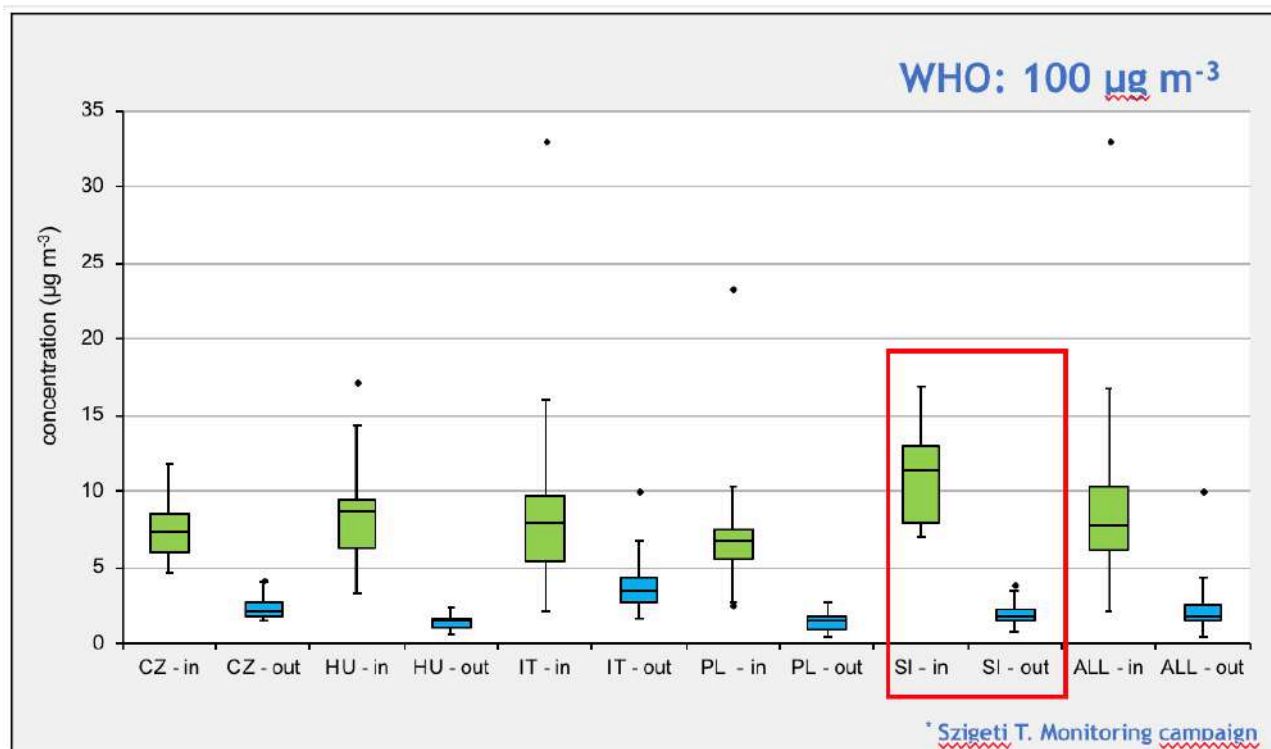
Slika 5: Notranje merilno mesto



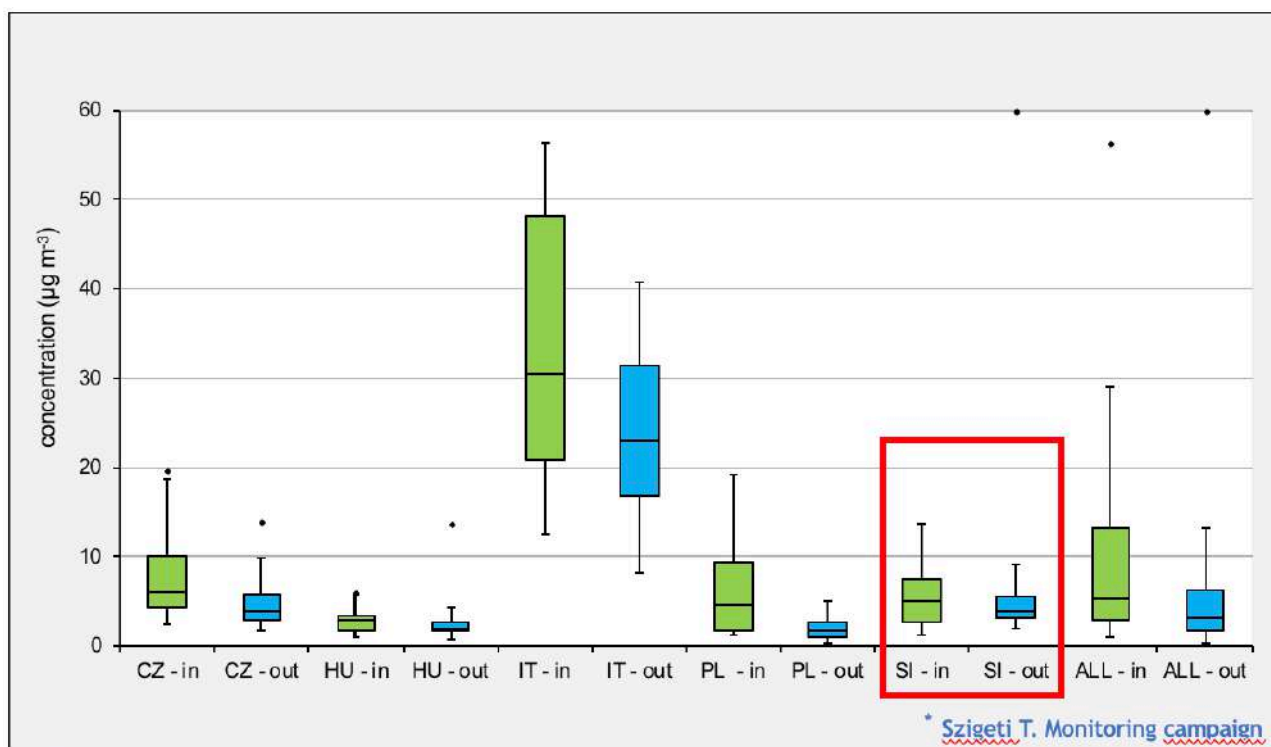
Slika 6: Zunanje merilno mesto

## 2.4. Rezultati meritev

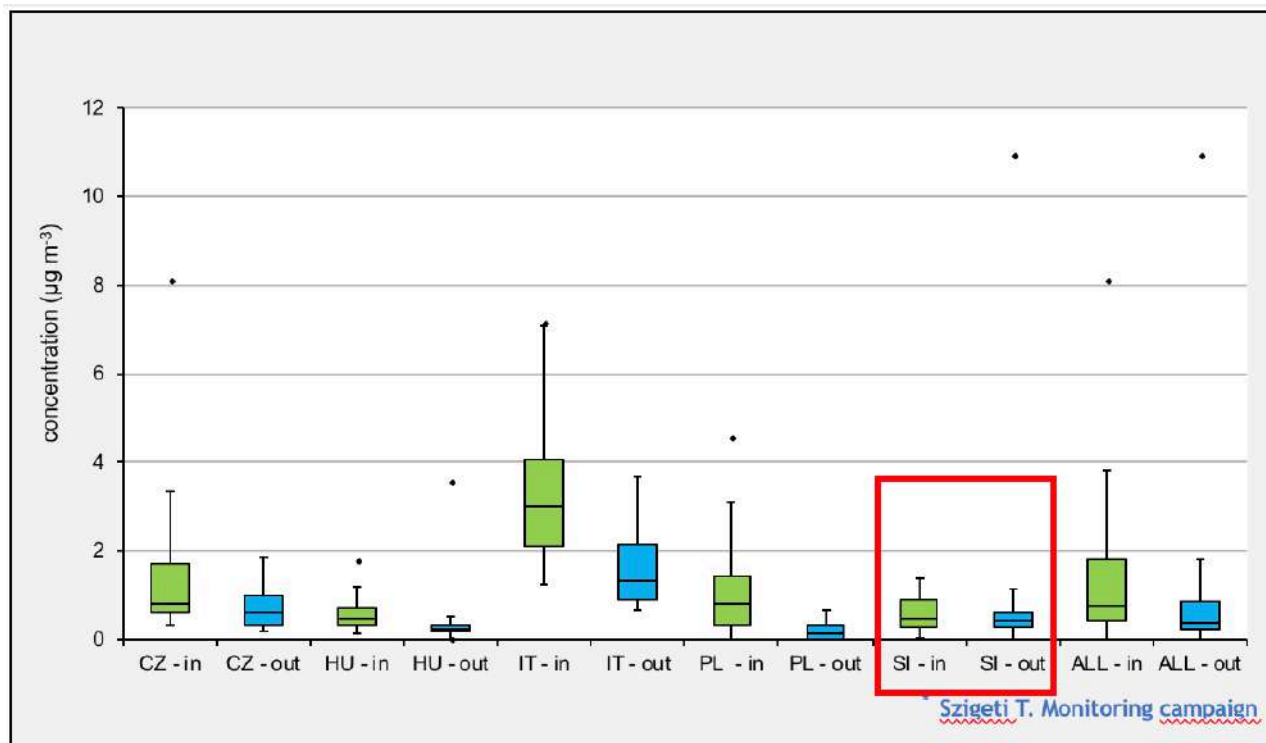
### 2.4.1. Formaldehid



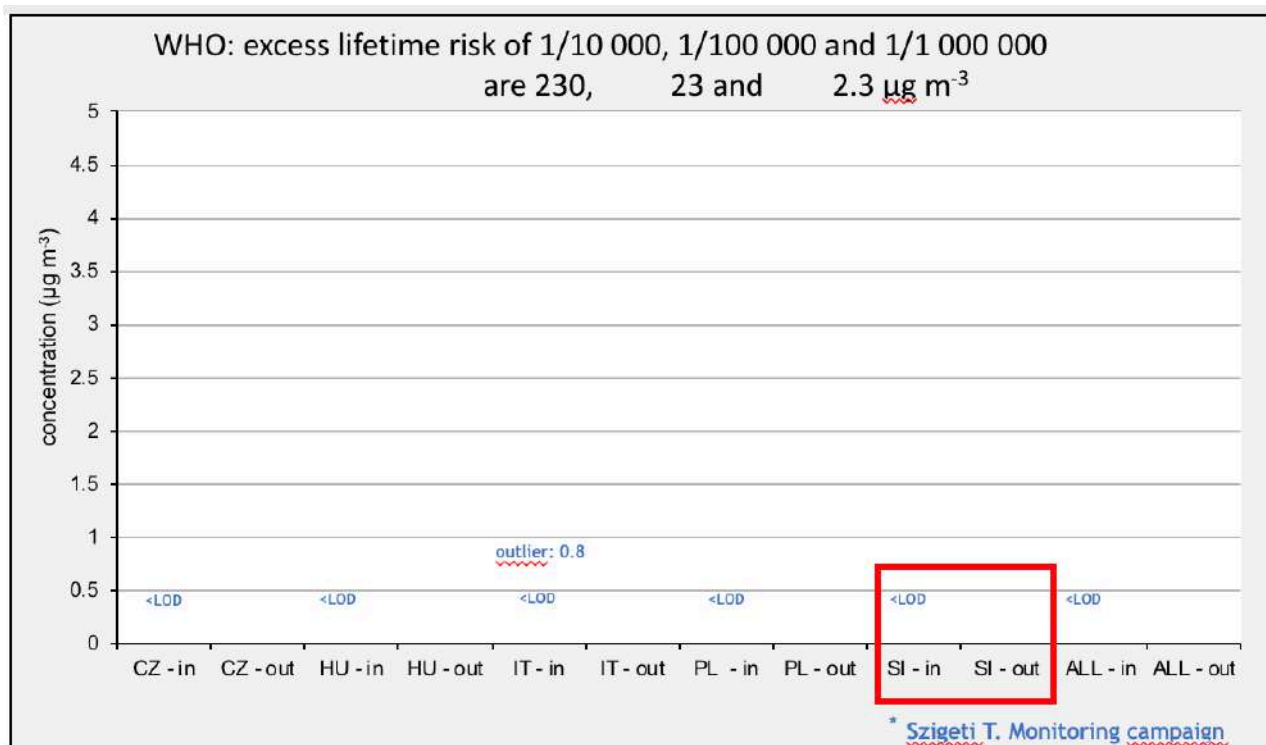
### 2.4.2. Toluen



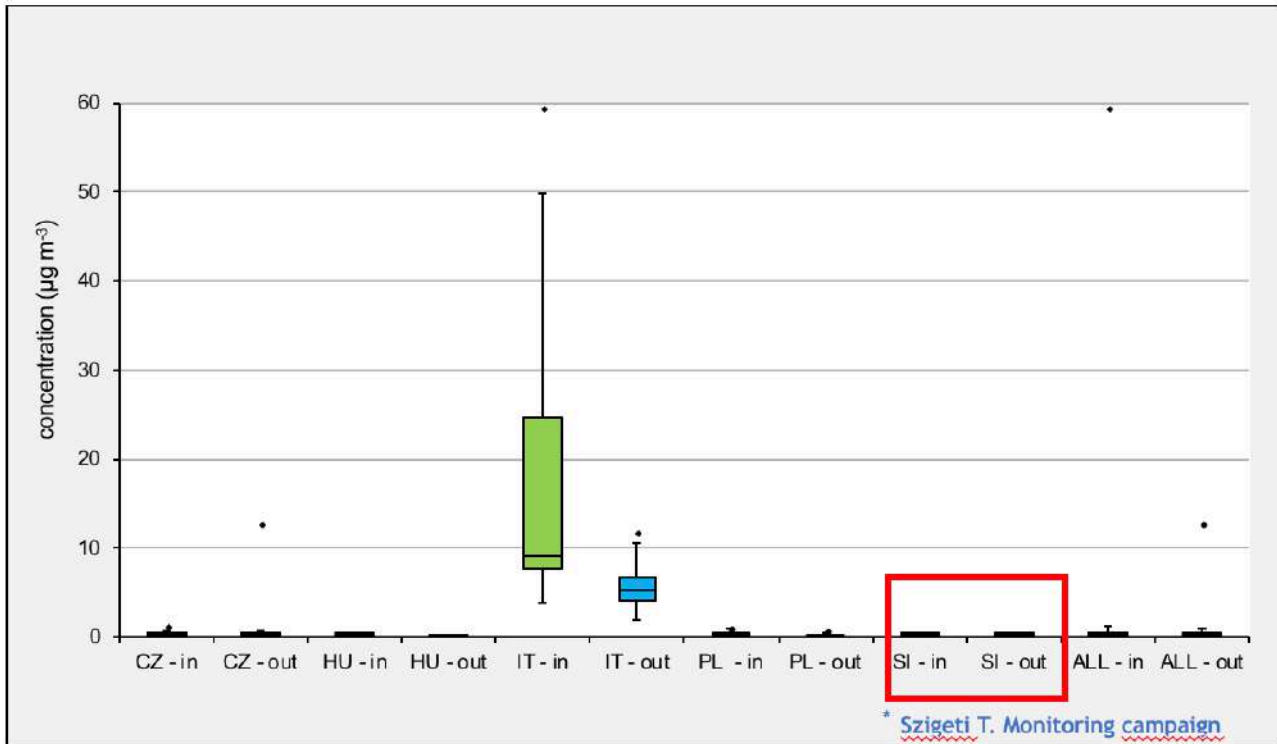
### 2.4.3. Etilbenzen



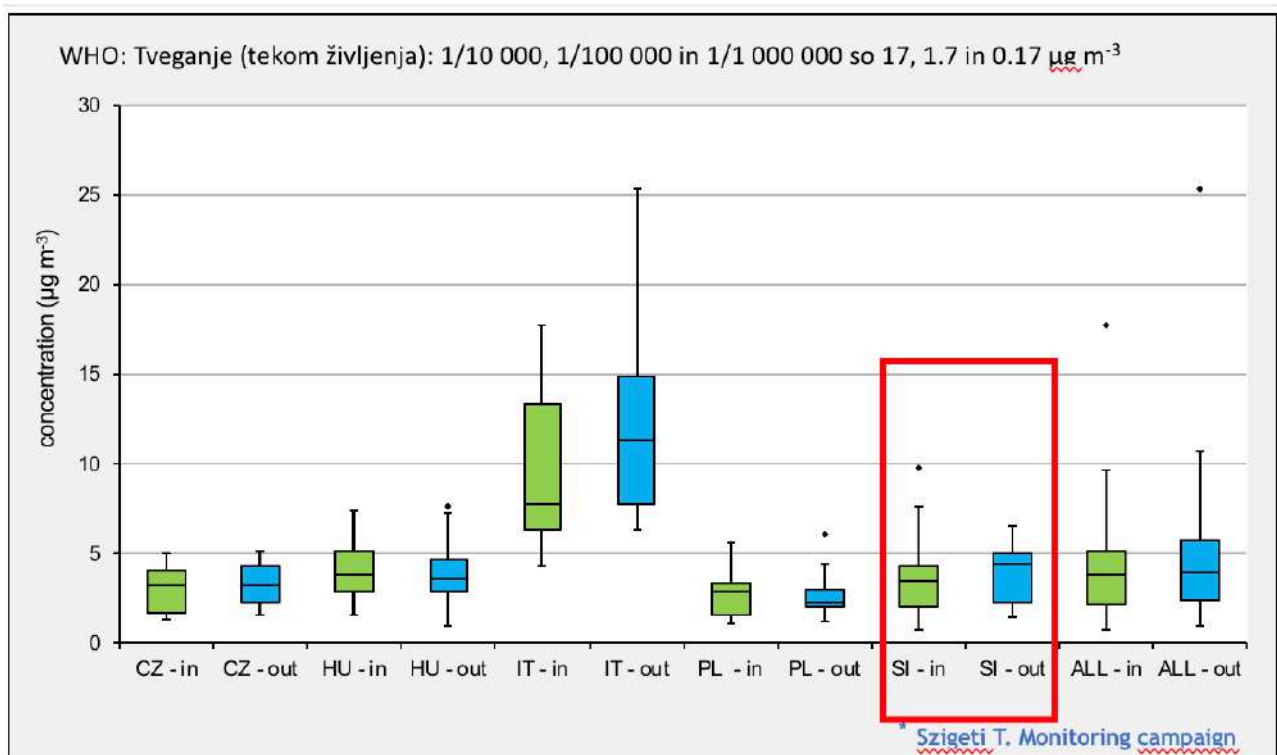
### 2.4.4. Trikloretlen



### 2.4.5. Tetrakloretilen

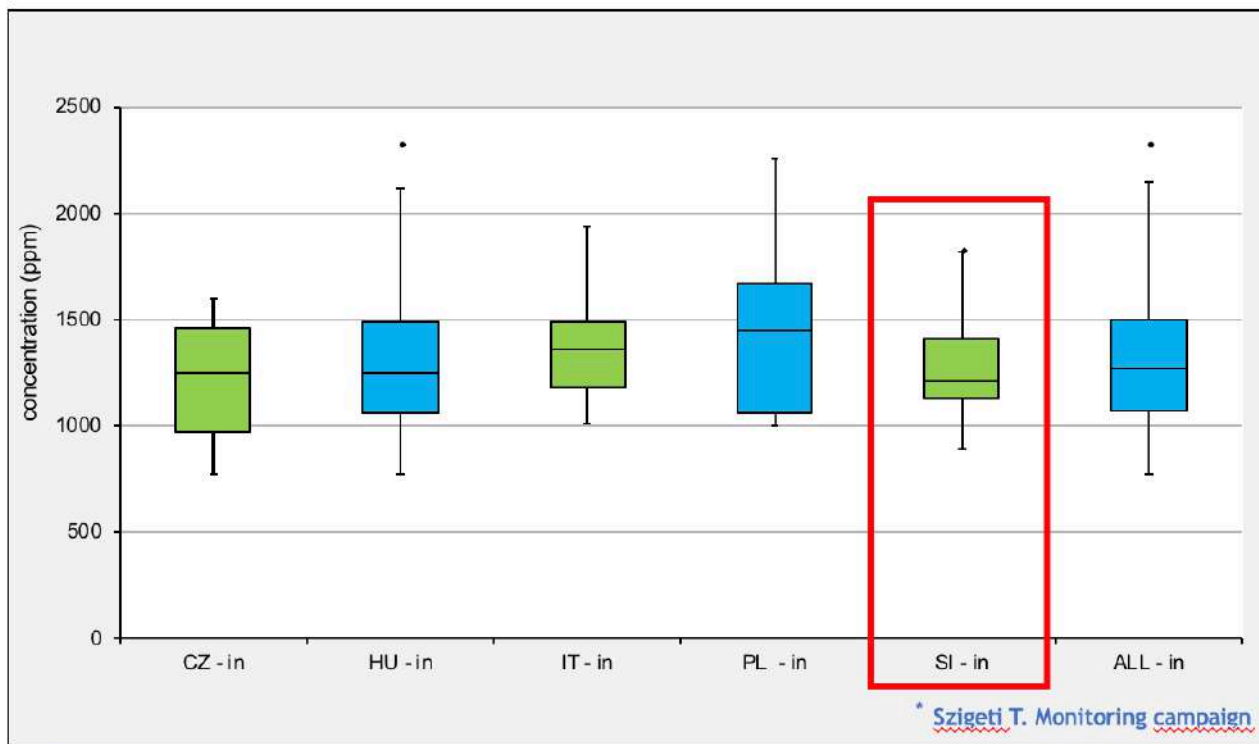


### 2.4.6. Benzen

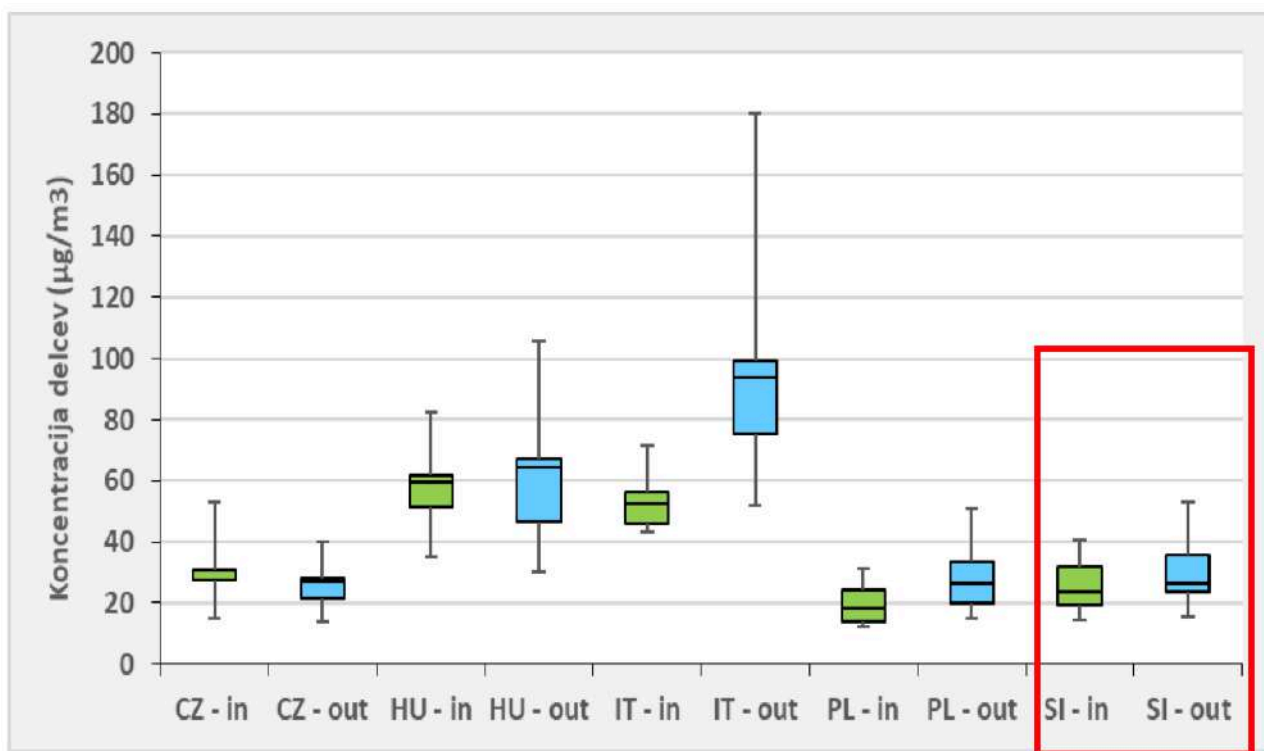




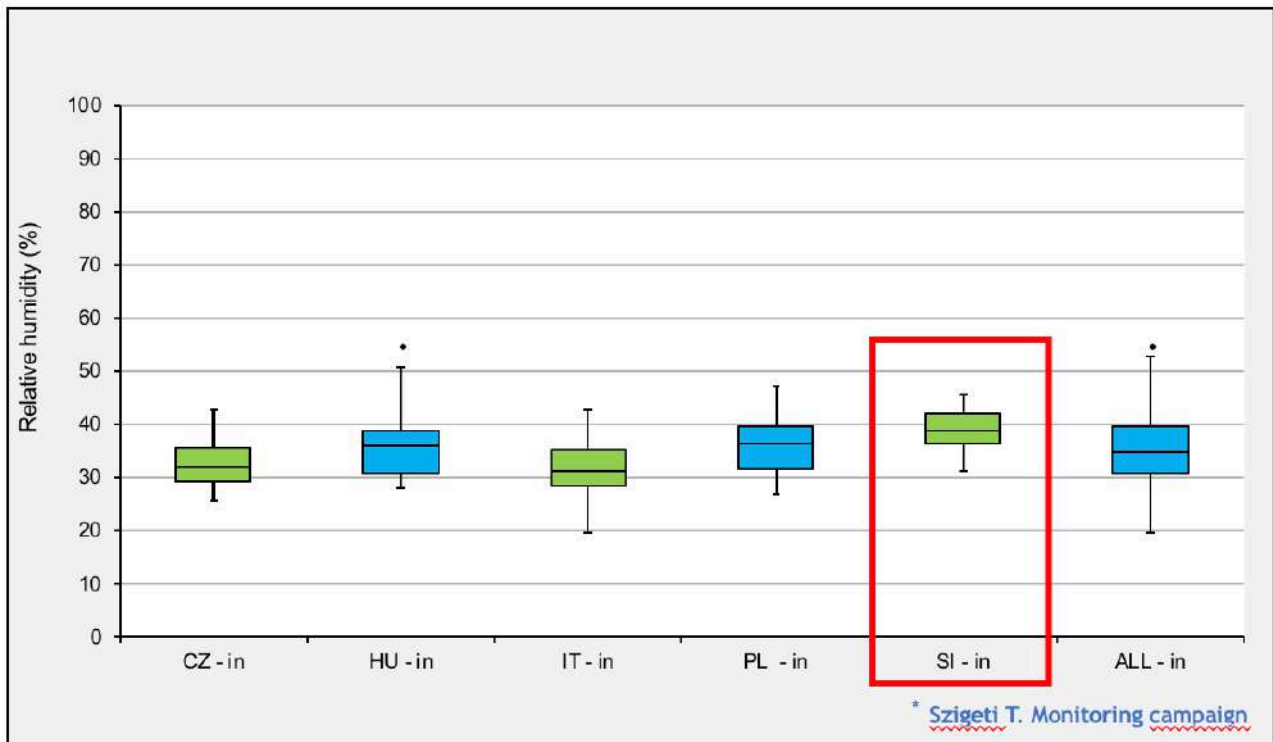
### 2.4.7. CO<sub>2</sub>



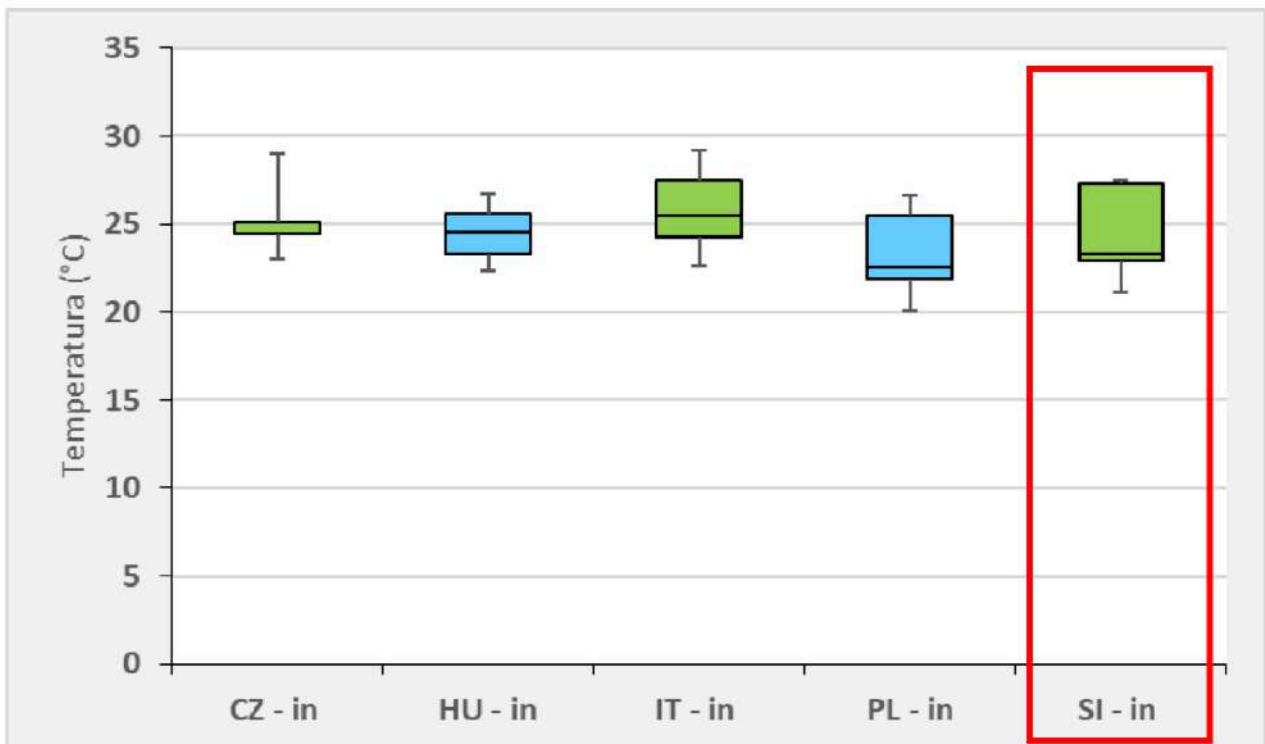
### 2.4.8. PM<sub>2,5</sub>



### 2.4.9. Relativna vlažnost



### 2.4.10. Temperatura





### 2.4.11. Ocena zdravstvenega tveganja: Indeks kakovosti zraka

Naslednja tabela prikazuje rezultate kampanje za spremljanje (zima 2017/2018) v 12 šolskih stavbah v Sloveniji.

SI01-in	<b>3,11</b>	<b>15,74</b>	<b>12</b>	<b>1396</b>	22,4	44,1	moderate
SI02-in	<b>3,92</b>	9,56	<b>15</b>	<b>1826</b>	21,9	<b>32,6</b>	unhealthy
SI03-in	<b>4,08</b>	<b>11,26</b>	<b>11</b>	<b>1353</b>	20,5	<b>40,0</b>	moderate
SI04-in	<b>5,07</b>	8,15	<b>11</b>	909	22,7	<b>31,2</b>	unhealthy
SI05-in	0,81	<b>12,38</b>	6	1163	23,0	45,4	moderate
SI06-in	<b>2,46</b>	<b>11,47</b>	-	1154	22,8	<b>37,0</b>	moderate
SI07-in	<b>1,94</b>	7,22	6	1075	22,9	<b>41,4</b>	moderate
SI08-in	<b>4,04</b>	<b>16,86</b>	10	<b>1247</b>	23,00	<b>37,4</b>	moderate
SI09-in	<b>1,99</b>	7,07	-	887	22,6	<b>34,8</b>	unhealthy
SI10-in	<b>9,79</b>	7,37	<b>19</b>	<b>1439</b>	23,1	37,6	very unhealthy
SI11-in	<b>4,86</b>	<b>13,64</b>	<b>15</b>	<b>1503</b>	22,6	43,7	moderate
SI12-in	<b>2,03</b>	<b>12,89</b>	<b>11</b>	1182	20,9	<b>40,8</b>	moderate
	<b>benzene</b>	<b>formaldehyde</b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>T</b>	<b>RH</b>	
<b>Health (IHI)</b>	1,7	10	10	1200	18.5-25.5	43-67	

Slika 7: Rezultati meritev kakovosti notranjega zraka na terenu

Od 12 šol je bilo onesnaženje zraka v zaprtih prostorih ocenjeno kot:

- Zelo visoko: 2 šoli (povečana koncentracija benzena in CO<sub>2</sub>)
- Visoka: 5 šol (povišane koncentracije CO<sub>2</sub>, nizka raven vlage v zraku in ena šola povišana koncentracija benzena)
- Zmerno: 5 šol (večinoma koncentracije benzena in formaldehida (7 šol), 4 šole imajo povišano koncentracijo CO<sub>2</sub> v zraku in 3 šole imajo povišano koncentracijo delcev v zraku).

<b>Indoor health index</b>			
<b>Category</b>	<b>Benzene [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Formaldehyde [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>PM<sub>2,5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Healthy</b>	<1.7	<10	<10
<b>Moderate</b>	1.7 - 4.99	10 - 19.9	10-24.9
<b>Unhealthy</b>	5 - 7.5	20 - 50	25-49.9
<b>Very unhealthy</b>	7.51 - 10	51 - 100	50-75
<b>Dangerous</b>	>10	>100	>75

<b>Comfort index</b>			
<b>category</b>	<b>RH[%]</b>	<b>T [°C]</b>	<b>CO<sub>2</sub> [ppm]</b>
<b>healthy</b>	43 < RH < 67	18.5 < T < 25.5	<1200
<b>moderate</b>	37 < RH < 43 67 < RH < 73	17.5 < T < 18.5	1200-1800
<b>unhealthy</b>	RH < 37 RH > 73	T < 17.5 T > 25.5	>1800

Slika 8: Legenda indeksa kakovosti zraka in indeksa udobja





Category	Number of schools
Healthy	/
Moderate	5
Unhealthy	5 ( CO <sub>2</sub> - 4x benzene - 1x)
Very unhealthy	2 (CO <sub>2</sub> - 1x benzene - 1x)
Dangerous	/

Tabela 5: Indeks kakovosti zraka v Sloveniji

Category	Number of schools
Healthy	3
Moderate	6
Unhealthy	3 (RH)

Tabela 6: Indeks udobja v Sloveniji

## 3. Predlagani ukrepi na podlagi parametrov

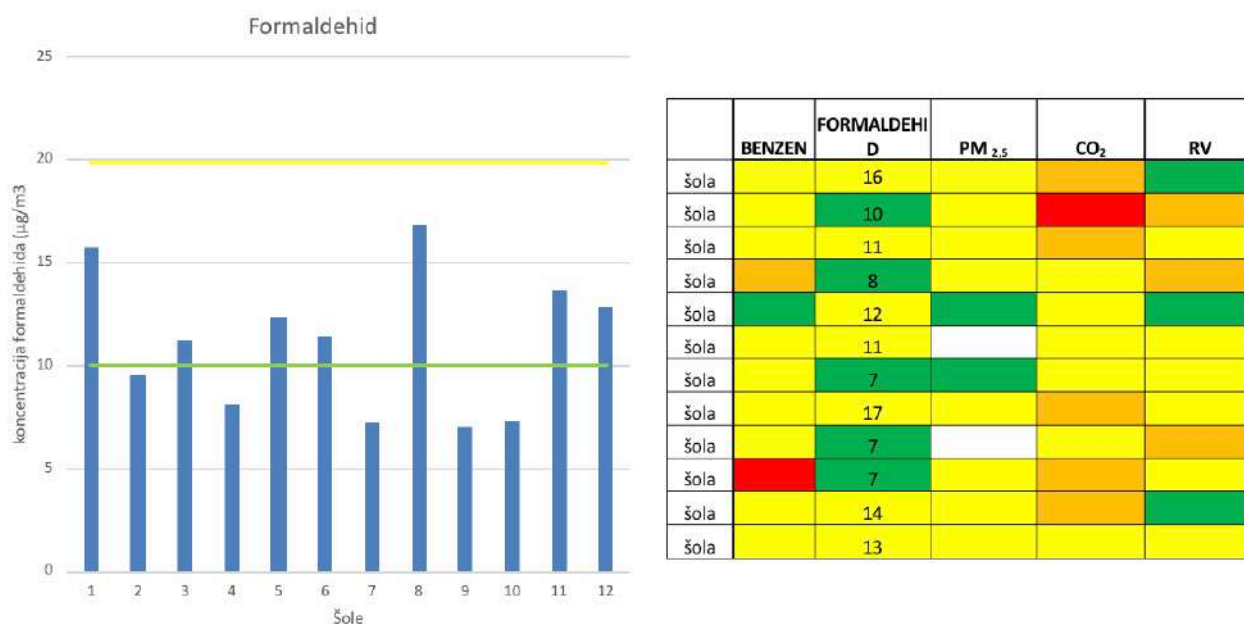
Najprej smo pripravili akcijske načrte na podlagi različnih parametrov.

### 3.1. Formaldehid

#### 3.1.1. Rezultati

Glede na projekt so v razredih, ki so bili izbrani v Sloveniji, naslednje lastnosti:

- Od 12 šol ima 7 šol zvišane koncentracije formaldehida v zraku. Povišane vrednosti se gibljejo od 11,26 µg / m<sup>3</sup> do 16,86 µg / m<sup>3</sup>.
- Razen ene šole imajo vse šole poleg formaldehida zvišane še druge parametre (npr. Koncentracije benzena v zraku).
- Poleg 7 slovenskih šol imata še dve šoli višjo koncentracijo formaldehida (Poljska - 23,25 µg / m<sup>3</sup> in Italija - 13,33 µg / m<sup>3</sup>)



Slika 7: Formaldehid

### 3.1.2. Možni viri

#### Zunanji viri

Formaldehid je vmesni element pri oksidaciji metana in drugih ogljikov - na primer pri gozdnih požarih, izpušnih plinih avtomobilskih motorjev in tobačnega dima. Je sestavni del smoga.

#### Notranji viri

#### Oprema.

- Pohištvo iz iverne plošče.
- Talne obloge, ki vsebujejo formaldehid (nekateri laminati).

Drugi izdelki, ki so lahko vir formaldehida: negovalna kozmetika, oblačila.

### 3.1.3. Ukrepi

Predlagani akcijski načrti za znižanje koncentracije formaldehida:

- "Preprečevanje" vstopa formaldehida iz zunanjšega zraka.
- Izberemo primerno, namensko pohištvo in obloge - prostore opremimo z notranjo opremo, ki ne vsebuje formaldehida ali čim manj.
- Prostor so prezračeni, zlasti novi, prenovljeni ali opremljeni z novim pohištvom.
- Med in po uporabi izdelkov, ki so vir formaldehida, so šolska okolja dobro prezračena.
- Ohranite temperaturo in relativno vlažnost šolskih okolij na najnižjih ravneh udobja (koncentracije formaldehida naraščajo s povečanjem temperature in vlažnosti).
- Čim več časa preživimo na svežem, čistem zraku v zunanjem prostoru.
- Širimo znanje o preprečevanju izpostavljenosti formaldehidu (na primer pri nakupu izdelkov, vedno preverite informacije o sestavi, vedno perite vsa nova oblačila, ne uporabljajte osvežilcev zraka).



Formaldehid	Izberemo primerno pohištvo in obloge - prostore opremimo z notranjo opremo, ki ne vsebuje formaldehida ali čim manj.	1/zelo lahko izvedljivo - pripraviti smernice za postopek nakupa notranje opreme in pohištva in druge opreme.
	Prostori so prezračeni, zlasti novi, prenovljeni ali opremljeni z novim pohištvom.  Med in po uporabi izdelkov, ki so vir formaldehida, morajo biti šolski prostori dobro prezračeni.	1/zelo lahko izvedljivo - protokoli za naravno prezračevanje.  3/ težko izvedljivo - mehansko prezračevanje.
	Med in po uporabi izdelkov, ki so vir formaldehida, je potrebno dobro prezračiti prostor.	1/zelo lahko izvedljivo - protokoli za naravno prezračevanje.  3/ težko izvedljivo - mehansko prezračevanje.
	Ohraniti temperaturo in relativno vlažnost šolskih prostorov na najnižjih ravneh udobja (koncentracije formaldehida naraščajo s povečanjem temperature in vlažnosti).	1/zelo lahko izvedljivo - spremljanje T in RH v učilnicah, nadzor T in RH
	Odstraniti materiale, ki vsebujejo formaldehid: gradbeni materiali, ki oddajajo formaldehid, pohištvo in leseni izdelki, ki vsebujejo smole na osnovi formaldehida, kot so iverne plošče, vezane plošče in vlaknene plošče srednje gostote; izolacijski materiali; tekstil.	2/ izvedljivo - zamenjava elementov, ki vsebujejo formaldehid.
	Omejitev razstav izdelkov, ki jih v šolah naredijo sami, kot so barve, tapete, lepila, laki.	1/zelo lahko izvedljivo.
	Uporaba čistilnih sredstev, kot so detergenti, razkužila, mehčala, čistila za preproge in izdelki za čevlje, ki ne oddajajo formaldehida.	1/zelo lahko izvedljivo - protokoli za uporabo čistilnih sredstev.

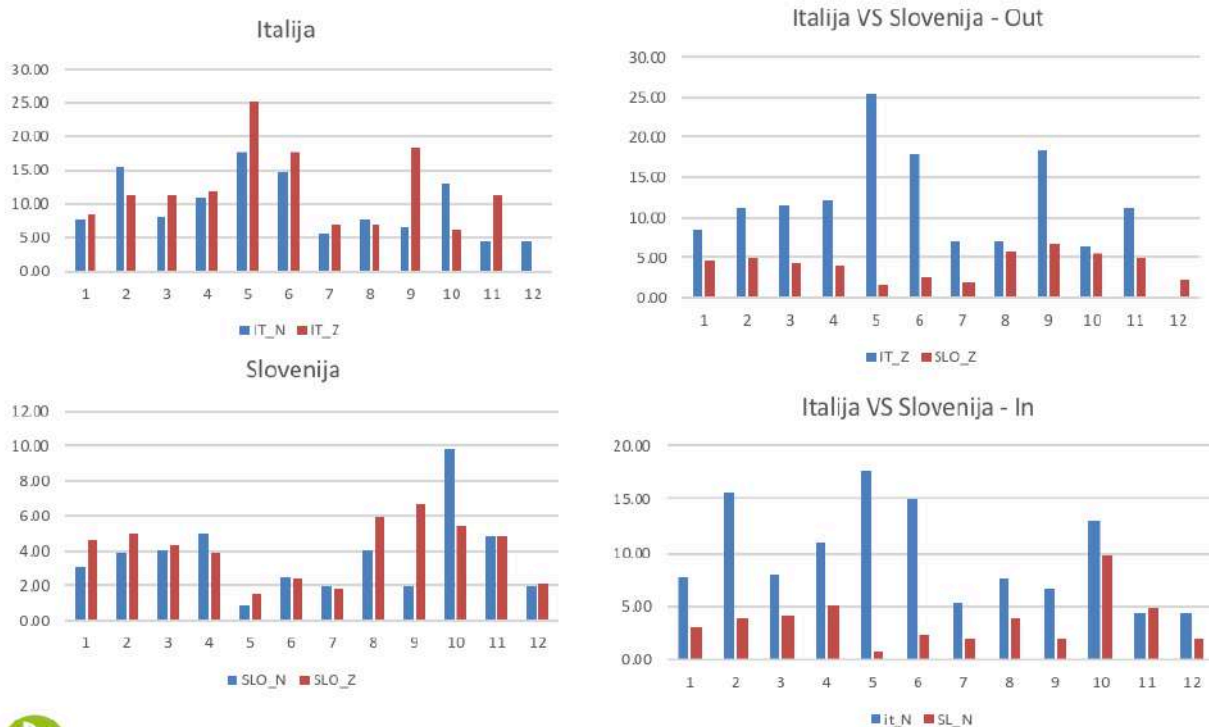
	Prestavitev elektronske opreme, vključno z računalniki in fotokopirnimi stroji.	2/izvedljivo - določitev primerna lokacijo za računalnike, fotokopirne stroje, izven učilnic.
--	---	---

## 3.2. Benzen

### 3.2.1. Rezultati

Od 12 šol je v 9 šolah (75%) zvišana raven benzena:

- Povišane vrednosti segajo od 1,94  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  do 9,79  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ .
- Ena šola ima povišano samo koncentracije benzena (vsi drugi parametri ne presegajo mejne vrednosti).
- Poleg slovenskih (9) šol imajo tudi druge države večje koncentracije benzena (Češka: 1 šola, Poljska: 2 šoli, Madžarska: 4 šole in Italija: 11 šol), od 2,07  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  do 17,79  $\mu\text{g} / \text{m}^3$



Slika 8: Rezultati koncentracije benzena v Sloveniji in Italiji



Slika 9: Benzen (rezultati)

### 3.2.2. Možni viri

#### Zunanji viri

Sledi benzena lahko nastanejo zaradi nepopolnega zgorevanja vsake snovi, bogate z ogljikom. Benzen nastaja med izbruhi ognja, gozdnimi požari, dimom, prometom, nepopolnim zgorevanjem polivinilklorida (PVC), izhlapevanjem bencina na bencinskih črpalkah, izpušnimi plini motornih vozil in industrijskimi plini itd.

#### Viri znotraj stavbe

Izdelki, ki lahko vsebujejo benzen: lepila, barvni premazi, voski za poliranje pohištva, detergenti itd.

### 3.2.3. Ukrepi

Predlagani akcijski načrti za znižanje koncentracije benzena:

- "Preprečevanje" vstopa benzena iz zunanjega zraka (lokacija parkirišč, cigaretne dim itd.).
- Prepovedati kajenje v zaprtih prostorih.
- Dela, ki jih je treba opraviti z izdelki, ki vsebujejo benzen, se izvajajo zunaj, na prostem.
- Med in po uporabi izdelkov, ki so vir benzena, so bivalni prostori dobro prezračeni (npr. Med barvanjem / uporabo barv).
- Zavržimo zaloge barv in goriv, ki jih ne bomo uporabili takoj (upoštevamo navodila za ločevanje odpadkov).

Benzen	"Preprečevanje" vstopa benzena iz zunanjega zraka: lokacija parkirišč, cigaretne dim, promet,	3/ težko izvedljivo - prestaviti industrijo drugam
--------	---	--



	bližina bencinske črpalke, industrije (premog, nafta, zemeljski plin, kemikalije, jeklo)	2/ izvedljivo - zamenjati lokacijo parkirnih mest
	Med in po uporabo izdelkov, ki so vir benzena, je treba prostore dobro prezračiti (npr. med barvanjem / uporabo barv).	1/zelo lahko izvedljivo - protokoli za uporabo barv in drugih produktov.
	Izogibanje se možnemu viru benzena: gradbenim materialom in pohištvu, ki vsebujejo benzen, pohištvu iz ivernih plošč in polimernih materialov (vinilne, PVC in gumijaste talne obloge, najlonske preproge in preproge iz lateksa), vezanemu lesu, steklenim vlaknam, lepilom za tla, barvam, oblogam iz lesa, tesnilom in sredstvom za odstranjevanje barv.	1/zelo lahko izvedljivo - priprava smernice za prenovе stavb.
	Izogibanje možnemu viru benzena: shranjenim topilom in različnim človeškim dejavnostim: čiščenju, barvanju, uporabi potrošniških izdelkov, fotokopiranju in tiskanju, shranjevanju in uporabi topil.	1/zelo lahko izvedljivo - pripraviti smernice in protokole.

### 3.3. VOC

#### 3.3.1. Možen vir

VOC je skupina organskih spojin, ki vsebujejo ogljik, vodik in druge elemente - pri zunanji temperaturi imajo visok parni tlak, zato zlahka izhlapijo.

Zunanji viri

- Glavni vir: promet - pri gorenju fosilnih goriv (npr. V bencinu) nastajajo hlapne organske spojine.
- Emisije dizelskega goriva
- kurjenje lesa
- Pridobivanje in predelava nafte in plina
- Industrijske emisije

Viri znotraj stavbe

- Barve, odstranjevalci barve
- Laki in premazi
- Kroglice in tesnilne mase
- Lepila
- talne obloge, preproge, izdelki iz stiskanega lesa



- Umetniški in obrtni izdelki: trajni markerji itd.
- Pisarniški tiskalniki in kopirni stroji

Viri v stavbi - najpogostejši viri v domačem okolju:

- Čistila in razkužila
- Osvežilci zraka
- Izdelki za osebno nego (kozmetika in deodoranti)
- Kurilno olje, bencin

Problem VOC: njihova raznolikost. Meritve, ki nam dajejo enake rezultate, nam ne povejo nujno, kakšna je kakovost zraka, če ne poznamo glavnega VOC v bližini.

### 3.3.2. Ukrepi

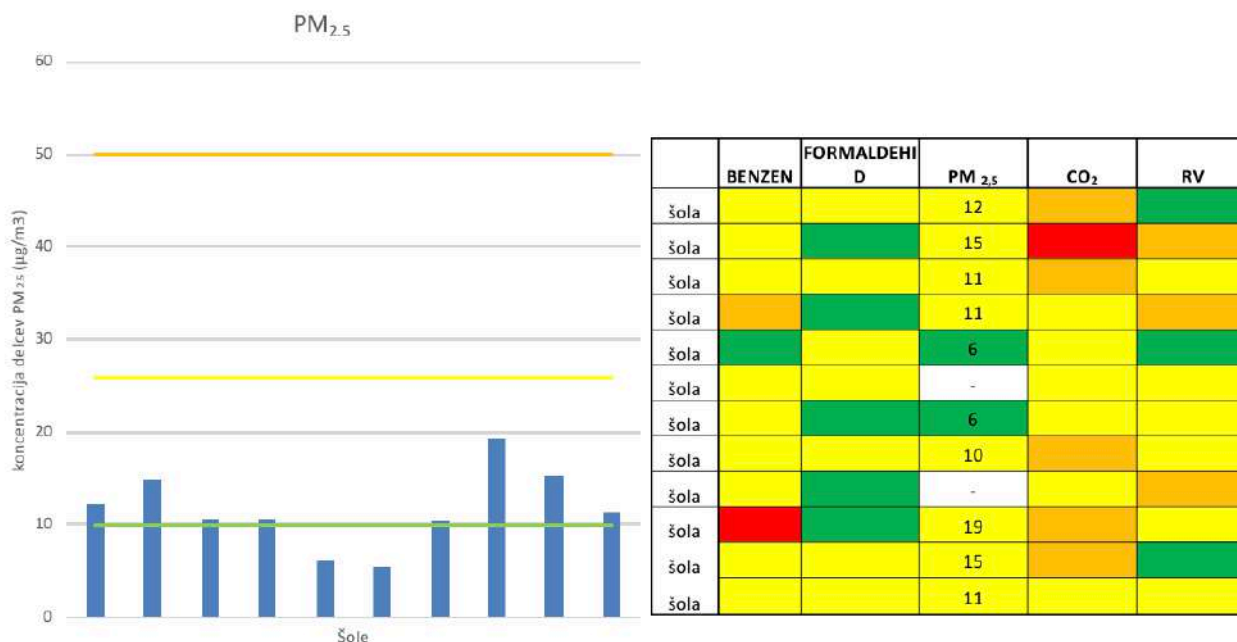
Predlagani akcijski načrti za znižanje koncentracije VOC (HOS):

- Preprečevanje vstopanja VOC iz zunanjega zraka (npr. Parkirišča).
- Izberite izdelke, ki ne vsebujejo VOC
- Izdelkov, ki so vir VOC, ne shranjujemo v prostorih, v katerih bivajo otroci.
- Če uporabljamo izdelke, ki so vir VOC (različna čistila, barve, laki ...), jih uporabljajte v skladu z navodili proizvajalca.
- Za uporabo izdelkov, ki so vir VOC, zagotovite zadostne količine svežega zraka.
- Kupite in založite izdelke, ki so vir VOC-ov, v količinah, ki jih bomo porabili. Odvečno skladiščenje zavržite v zaprti ali odprti posodi (upoštevajte navodila za ločevanje odpadkov).
- Nikoli ne mešajte izdelkov, ki so vir organskih hlapnih spojin, razen če ni navedeno v navodilih proizvajalca.
- Zmanjšajte izpostavljenost formaldehidu, benzenu in perkloretilenu v življenjskem okolju v šoli in doma.

VOCs	Zmanjšanje uporabe barv, lakov, lepil, umetnih talnih oblog (plastike), lesenih plošč.	1/zelo lahko izvedljivo - določiti smernice
	Odstranitev osvežilcev zraka, vonjev itd.	1/zelo lahko izvedljivo - določiti smernice
	Uporaba več naravnih čistil.	1/zelo lahko izvedljivo - določiti smernice
	Mehansko prezračevanje.	3/težko izvedljivo
	Specifična pogostost in vrsta naravnega prezračevanja (sprememba protokola)	1/zelo lahko izvedljivo - določiti protokole

### 3.4. Delci PM<sub>2,5</sub>

#### 3.4.1. Rezultati



Slika 10: Delci PM<sub>2,5</sub>

#### 3.4.2. Možni viri

##### Zunanji viri

- promet, kurjenje, industrijski izpusti, vremenske razmere in neugodna geografska lega

##### Viri v stavbi

- ljudje in njihove dejavnosti
- oprema, prostori - hišni prah, dejavnosti v kuhinji, ogrevanje

#### 3.4.3. Ukrepi

Predlagani ukrepi za znižanje koncentracije PM<sub>2,5</sub>:

- Redno spremljamo obvestila in napovedi ARSO o kakovosti zunanjega zraka.
- Za večje onesnaževanje z delci smo izvedli te ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti:
- [http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10\\_napoved.html](http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_napoved.html);
- Navodila za izobraževalne ustanove so podrobneje opredeljena v dopisu št. 544-177 / 16-1 / 354 iz decembra 2016
- Navodila za vrtce in šole: PRIPOROČILA ZA VRTCE IN ŠOLE ZA RAVNANJE V DNEH Z DOVOLJENIMI VREDNOSTI PM 10 V ZUNANJEM ZRAKU
  - "Preprečevanje" vstopa delcev iz zunanjega zraka
  - Prostori so učinkovito prezračeni, kadar je onesnaženost zraka najmanjša čez dan (običajno v zgodnjih jutranjih urah, pred prometnimi zastoji).



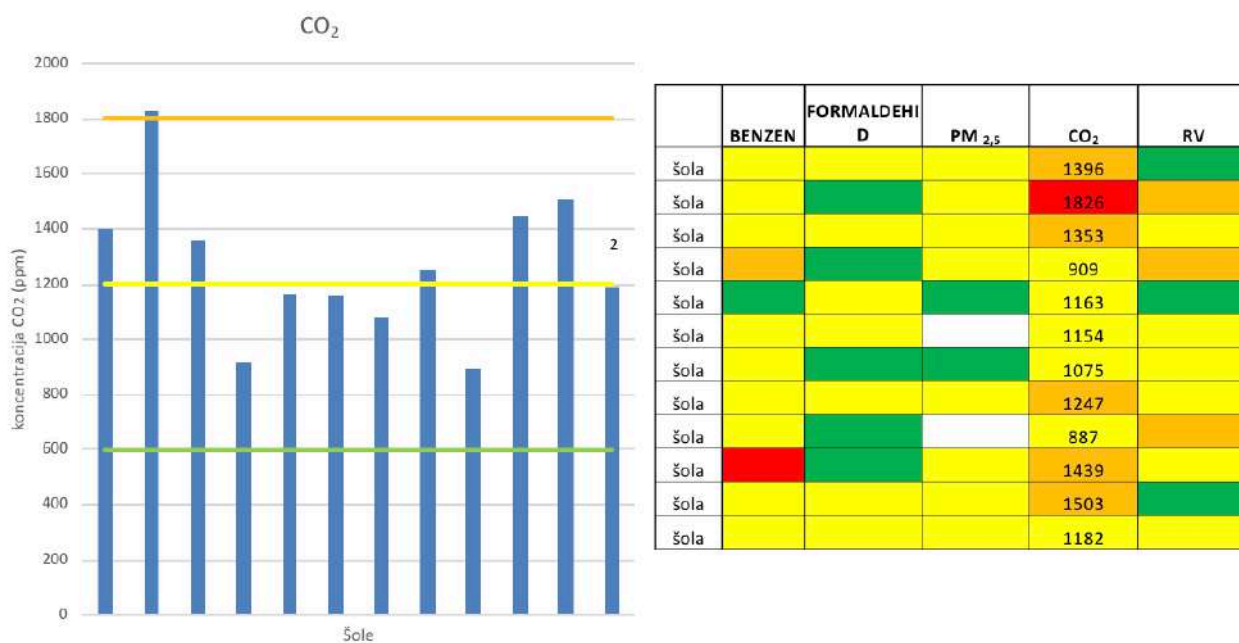


- Zlasti med omejenim prezračevanjem zaradi povišane koncentracije delcev v zunanjem zraku se izogibajte dejavnostim, ki povzročajo prah v zaprtih prostorih.
- Zagotovite pravilno prezračevanje drugih prostorov (hodniki, omare ...), mehansko prezračevanje kuhinje in sanitarij.
- Splošna navodila za čiščenje in vzdrževanje notranjih okolij:
  - Za sesanje prahu uporabljamo sesalnike s HEPA filtri. Če je filter HEPA preveč zamašen, se ustavi in ne opravlja več svoje vloge. Pomembno jih je pogosto čistiti (pranje HEPA filtrov) ali zamenjati.
- Splošna navodila o požaru:
  - Trda goriva nadomestite s čistejšimi gorivi in energijami (npr. Sončna energija, elektrika, zemeljski plin, utekočinjeni naftni plin, kurilno olje ...).
  - Uporabljajte kurilne naprave, ki so energetske učinkovite.
  - Redno čiščenje in vzdrževanje naprav za ogrevanje, dim in prezračevanje. Pri pečeh na tekoča in plinasta goriva pred začetkom kurilne sezone zagotovite pravilno nastavitvev gorilnikov

PM <sub>2,5</sub>	Omejitev prezračevanja prostorov med povečanim prometom in med temperaturno inverzijo.	1/zelo lahko izvedljivo - spremljanje IAQ in upoštevanje protokola.
	Zmanjšanje segrevanja biomase (če ni sistema centralnega ogrevanja) oziroma nov ogrevalni sistem	3/ težko izvedljivo
	Redna menjava filtrov pri mehanskem prezračevanju.	1/zelo lahko izvedljivo - določiti protokole.

## 3.5. CO<sub>2</sub>

### 3.5.1. Rezultati



Slika 11: CO<sub>2</sub>

### 3.5.2. Možni viri

#### Zunanji viri

- individualno ogrevanje
- promet

#### Viri znotraj stavbe

- Človek

### 3.5.3. Ukrepi

#### Predlagani ukrepi za zmanjšanje koncentracije CO<sub>2</sub>:

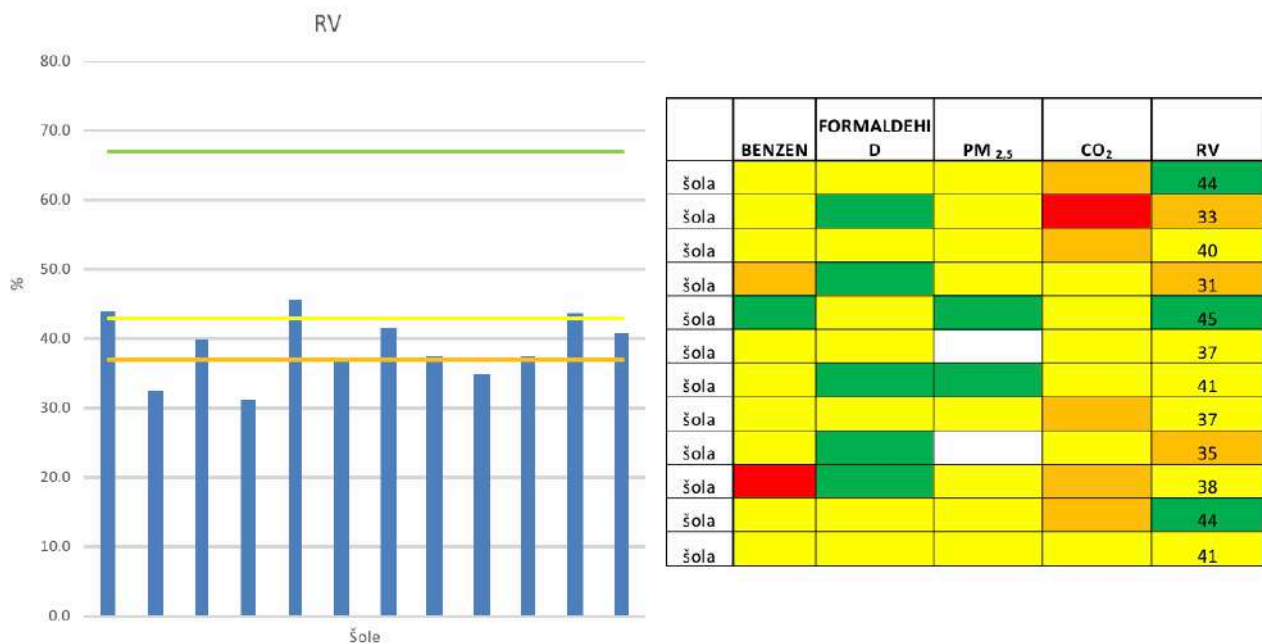
- "Preprečevanje" vstopa CO<sub>2</sub> iz zunanjega zraka (npr. Pravilna umestitev parkirišč).
- Upoštevanje normativov glede količine zraka/osebe v prostorih in dosledno zagotavljanje izmenjave zraka.
- Redno učinkovito prezračevanje!

CO <sub>2</sub>	Specifična pogostost in vrsta naravnega prezračevanja (sprememba protokola).	1/zelo lahko izvedljivo - sprememba protokola.
	Zmanjšanje število otrok v razredu.	2/ izvedljivo.

	Umestitev senzorjev kakovosti zraka (CO <sub>2</sub> , T, RH).	1/zelo lahko izvedljivo.
--	--	--------------------------

### 3.6. Relativna vlažnost

#### 3.6.1. Rezultati



Slika 12: Relativna vlažnost

## 4. Akcijski načrti - seznam ukrepov

Akcijske načrte IAQ smo razdelili na tri glavne skupine: (1) izboljšave procesov; (2) tehnične izboljšave; (3) druge izboljšave. Na podlagi tega smo pripravili primere akcijskih načrtov za 12 izbranih osnovnih šol, kjer so potekale meritve.

### 4.1. Procesne izboljšave

Operativne izboljšave:

- spreminjanje načina poteka nekaterih dejavnosti, ki lahko vplivajo na kakovost notranjega prostora (npr. povečanje pretoka zraka, omejevanje števila ljudi v sobi, sprememba obdobja čiščenja).

Sistemske izboljšave:

- Redni ukrepi, ki pripeljejo do odstranitve vira (npr. Zamenjava talnih oblog, prepoved uporabe nekaterih detergentov).

Čistoča prostorov:



- Izbira metod čiščenja, ki so učinkovite za dano potrebo.
- Izbira izdelkov z najmanj škodljivim vplivom na zdravje ljudi.
- Pomembno je, da je osebje za čiščenje usposobljeno o tem, kako lahko postopki čiščenja in izdelki vplivajo na IAQ.
- Priprava pisnih postopkov; poznavanje izdelkov, ki se uporabljajo v zgradbi, kakšno je oprema in kupovanje varnejših izdelkov.
- Uporaba bolj naravnih čistil, izogibanje uporabi škodljivih barv.

Vzdrževanje (čistoča, kakovost) strehe, žlebov, drenaže:

- Redni pregled prostorov ter hitri ukrepi in sanacije v primeru uhajanja vode in kopičenja vlage v prostorih

Likovni pouk / uporaba posebnih materialov:

- Po dejavnostih z lepilom, barvami itd. učilnico dobro prezračite

## 4.2. Tehnične izboljšave

Naravno prezračevanje

- Črpanje zraka (odtok zraka) iz kuhinje (vonj hrane).

Mehansko prezračevanje:

- Načrt za vzdrževanje prezračevalnega sistema. Načrt bi moral vključevati spremljanje, pregled in čiščenje komponent prezračevalnega sistema, kot so zunanji dovodi zraka, zunanji dušilci zraka, zračni filtri, odtočne posode, ogrevalne in hladilne tuljave, notranjost enot za upravljanje zraka, motorji ventilatorjev, vlaženje zraka, itd.

Talne obloge:

- Menjava talnih oblog z zdravimi gradbenimi materiali

## 4.3. Druge izboljšave

Zakonodaja:

- Vzpostavitev zakonskih predpisov - določitev parametrov za spremljanje (CO<sub>2</sub>, T, RH), predpisi za šole (število učencev v učilnici glede na njeno velikost).

Ozaveščanje:

- Izboljšati znanje o pomenu onesnaževanja zraka v notranjih prostorih (prezračevanje, materiali, obnašanje otrok itd.) - različni ukrepi za različne skupine ljudi.

## 5. Primeri akcijskih načrtov

Na podlagi terenske kampanje (rezultati meritev kakovosti zraka na terenu) in akcijskih načrtov (poglavje 3) smo pripravili akcijske načrte za 12 šol v Sloveniji.

Za vsako dejanje smo ocenili njegovo izvedljivost (zadnji stolpec) glede na vložek časa in denarja. Opredelili smo tri skupine:



Stopnja izvedljivosti	Cena	Čas
1 ZELO LAHKO IZVEDLJIVO	Poceni, manj kot 10.000 EUR	Lahko je izvedeno zelo hitro - manj kot eno leto.
2 IZVEDLJIVO	Med 10.000 in 50.000 EUR	Okoli 1- 3 leta za implementacijo
3 TEŽKO IZVEDLJIVO	Zelo drago, več kot 50.000 EUR	Zelo veliko časa je potrebno za izvedbo - več kot tri leta

Tabela 1: Stopnja izvedljivosti



Šola	Kaj želimo izboljšati	Izboljšava			Kdo lahko to naredi?		Stopnja izvedljivosti
		Tehnična izboljšava	Procesna izboljšava	Ostalo (npr. Zakonodaja)	Šolsko osebje	Ostali strokovnjaki	
01	Zmanjšati koncentracij o:		Zmanjšati uporabo barv, lakov, lepil, umetnih talnih oblog (umetniška dekoracija) (formaldehid).		Učitelji, vsi zaposleni, vodstvo šole		1/zelo lahko izvedljivo
	Benzena						
	Formaldehida						
	PM <sub>2,5</sub>						
	CO <sub>2</sub>	Premestitev parkirišč stran od šole	Premestitev parkirišč stran od šole	Premestitev parkirišč stran od šole		Strokovnjaki	2/ izvedljivo
	Ustrezno prezračevanje - mehansko prezračevanje (PM, benzen, CO <sub>2</sub> )						3/ težko izvedljivo
		Uporaba naravnih čistil (formaldehid)			Čistilke, vodstvo šole		1/zelo lahko izvedljivo
		Odpiranje oken po čiščenju (formaldehid)					
		Pogostejše prezračevanje (CO <sub>2</sub> , formaldehid)		Koncentracije CO <sub>2</sub> na podlagi zakonodaje	Učitelji (vsi zaposleni v šoli)		1/zelo lahko izvedljivo

			Ne odpirajte oken (prezračevanje) med urami, ko je promet povečan (velik) (PM, benzen)		Učitelji (vsi zaposleni v šoli)		1/zelo lahko izvedljivo
--	--	--	--	--	---------------------------------	--	-------------------------

Tabela 14: Študija izvedljivosti za izbrano osnovno šolo Karla Destovnika Kajuha

## 6. Nacionalna strategija za zagotavljanje kakovosti notranjega zraka v osnovnih šolah

Glavni cilji strategije so:

- Deležniki / zainteresirana javnost
- Splošni process za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih zgradbah
- Usposabljanje/ izobraževanje

Dodatni cilji strategije so:

- Merjenje kakovosti zraka
- Ozaveščanje
- Zakonodaja

Nacionalna strategija ima tri časovne okvirje: eno leto, pet let, deset let (tabela 8).

Čas	Glavni cilj	Glavni ukrep
V enem letu	Ozaveščanje o kakovosti notranjega zraka	Priprava smernic za različne deležnike Procesne izboljšave Usposabljanja/ izobraževanja
V petih letih	Majhne spremembe v osnovnih šolah (na ravni občine)	Merjenje kakovosti zraka Tehnične izboljšave
V desetih letih	Sprememba zakonodaje (nacionalna raven)	Novi predpisi za načrtovanje in prenavljanje šolskih zgradb

Tabela 5: Časovni okvir nacionalne strategije



## 6.1. Deležniki

Pri načrtovanju, vzdrževanju in uporabi šolskih stavb sodelujejo različni ljudje, od vlade do stroke in javnosti (poglavje 2.2.4). Odgovornosti in vloge pri upravljanju IAQ morajo biti opisane na različnih ravneh (tj. Deležniki, občina, vodstvo šol). V razvojni proces bi morali biti vključeni predstavniki vseh prizadetih sektorjev.

V tem poglavju predlagamo različne ukrepe, ki bi jih lahko izvedli različni deležniki.

### 6.1.1. Šolsko osebje

Vodstvo šole: pristojni so za sprejemanje odločitev, določanje protokolov in vlaganje v manjše tehnične izboljšave.

	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
VODSTVO ŠOLE	Ustanovitev IAQ ekipe	Občutek pripadnosti šolskemu osebju, redno preverjanje stavbe šole, boljše priprave na izvedbo ukrepov za izboljšanje kakovosti notranjega zraka	1/zelo lahko izvedljivo
	Ukrepi za ozaveščanje o IAQ v šolah	Splošna ozaveščenost o IAQ	1/zelo lahko izvedljivo
	Učinkovito in redno prezračevanje pisarn, v katerih se nahaja fotokopirni stroj	↓ O <sub>3</sub>	1/zelo lahko izvedljivo
	Razporeditev učilnic  Primerno število učencev v vsaki učilnici (izogibanje prenatrpanosti)	↓ CO <sub>2</sub> , benzen	2/ izvedljivo
	Ustrezno prezračevanje toaletnih prostorov in kuhinje	↓ plesen in vlaga	2/ izvedljivo





	Uporaba kleti za učni proces zgolj izjemoma	↓ PM, benzen, toluen, Na, Cl, etanol	1/zelo lahko izvedljivo
--	---	--------------------------------------	-------------------------

Tabela 8: Vloga vodstva šole pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol

Učitelji: so vezi med starši in otroki, njihova vloga je, da vzgajata (ozaveščata o pomembnosti kakovosti notranjega zraka - IAQ).

	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
UČITELJI	Organizirana distribucija hrane v jedilnici, ne v učilnicah	↓ neprijeten vonj in vidna sled škodljivcev	1/zelo lahko izvedljivo
	Naravno prezračevanje vsakih 45 minut (odpiranje oken in vrat)	↓ CO <sub>2</sub>	1/zelo lahko izvedljivo
	Upoštevanje prepovedi kajenja v bližini šolske zgradbe	↓ NO, CO	1/zelo lahko izvedljivo
	Izogibanje nameščanju različnih elementov v bližini oken	↑ stopnja klimatskega hlajenja in pogostost dovoda svežega zraka	1/zelo lahko izvedljivo
	Prisotnost rastlin v učilnicah ob pogoju, da se jih ustrezno vzdržuje	↓ formaldehid, benzen, trikloretilen, ogljikov monoksid, ogljikov dioksid	1/zelo lahko izvedljivo
	Uporaba tabel s pisali	↑ PO <sub>4</sub> ↓ benzen	1/zelo lahko izvedljivo
	Uporaba tabel s kredami	↑ Cl, benzen ↓ F	1/zelo lahko izvedljivo

Tabela 9: Vloga učiteljev pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol

Vzdrževalno osebje: z rednimi pregledi lahko preprečijo slabo kakovost notranjega zraka - IAQ.



	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
OSEBJE, KI SKRBI ZA VZDRŽEVANJE	Periodično preverjanje / pregledovanje šolskih stavb	Hitra rešitev, odstranjevanje plesni in vlage	1/zelo lahko izvedljivo
	Vgradnja razvlaževalnika zraka v kleti	↓ relativna vlaga in preprečevanje pojava plesni	2/ izvedljivo
	Vgradnja predpražnikov pri vhodu v šolo	↓ količina zunanjih onesnaževal	1/zelo lahko izvedljivo
	Vsakodnevno naravno prezračevanje vseh učilnic zjutraj pred poukom	↑ dovod svežega zraka in nadzor onesnaževal, ki se ponoči kopičijo v prostoru	1/zelo lahko izvedljivo
	Strokovno izvajanje nadzora škodljivcev	Poznavanje vab za škodljivce, označena mesta za namestitev vab, poučevanje učencev v šoli o nevarnosti dela z vabami	1/zelo lahko izvedljivo
	Primerna temperatura (20 - 22 ° C) in relativna vlaga (30-50%) v prostoru	↓ videz plesni in vlage - namestitev merilnih naprav (vključevanje otrok v merilne postopke)	1/zelo lahko izvedljivo
	Redni nadzor / pregled in menjava filtrov v sistemih za mehansko prezračevanje	↓ delci	1/zelo lahko izvedljivo

Tabela 10: Vloga vzdrževalnega osebja pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol

Čistilke/hišniki: imajo svoja pravila, določeni so vsi čistilni materiali; ko pospravijo učilnico, odprejo okno; udeležiti se morajo izobraževanj o čistilnih sredstvih.



	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
ČISTILKE, HIŠNIK	Redno odstranjevanje odpadkov iz učilnic	↓ neprijeten vonj, pojav škodljivcev	1/zelo lahko izvedljivo
	Pregled vseh tehničnih podatkov o vseh uporabljenih kemikalijah in po potrebi njihova zamenjava (ustrezna koncentracija, uporaba materialov)	↓ VOC, Cl <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>	1/zelo lahko izvedljivo
	Pogostost čiščenja	↓Na, Cl, NO <sub>3</sub> , benzen	1/zelo lahko izvedljivo
	Izobraževanje o pomenu učinkovitega čiščenja	Izboljšanje procesa čiščenja	1/zelo lahko izvedljivo
	Odstranitev osvežilcev zraka in dišav iz vseh prostorov šole	↓ ftalati, VOC	1/zelo lahko izvedljivo
	Uporaba varnih čistilnih sredstev	↓ amonijak, klor, VOC	1/zelo lahko izvedljivo

Tabela 11: Vloga osebja, ki skrbi za čistočo pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol

### 6.1.2. Strokovnjaki

Oblikovalci/arhitekti: imajo velik vpliv v fazi načrtovanja, ko lahko poučijo vlagatelje in bodoče uporabnike o pomenu kakovosti zraka v notranjih prostorih.

STROKOVNJAKI	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti



	Dobro vodenje gradnje (terminski plani itd.)		2/ izvedljivo
	Izolacija zunanjih sten in cevi		2/ izvedljivo
	Uporaba lesa	↓ PM, K, toluen	2/ izvedljivo
	Uporaba plastičnih gradbenih materialov	↑ Mg, VOC. NO <sub>3</sub> . K , Mg	
Uporaba deklarirano varnih barv, notranje opreme itd.	↓ VOC	1/zelo lahko izvedljivo	

Tabela 12: Vloga načrtovalcev, arhitektov pri zagotavljanju ustreznosti notranjega zraka v objektih šol

### 6.1.3. Državni organi

Public buildings that were built 30-50 years ago are mostly in poor condition due to irregular internal and external maintenance.

Government should ensure regular reconstruction of public buildings from the municipal budget and European budget (schools, health centres, kindergartens etc.).

Državni organi: odgovorni za nove zakone / predpise; občine so lastniki stavb in odločajo o denarnih vprašanjih.

	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
DRŽAVNI ORGANI	Terminski plan celovitih obnov stavb		1/zelo lahko izvedljivo
	Zagotavljanje parkirnih mest za zaposlene (ne v bližini učilnic)	↓ CO	2/ izvedljivo



	Zamenjava strehe, toplotne izolacije, zamenjava oken, ureditev tal	↓ poraba energije	2/ izvedljivo
	Redni pregledi / vzdrževanje stavbe: Javne stavbe, ki so bile zgrajene pred 30-50 leti, so večinoma v slabem stanju zaradi nerednega vzdrževanja.		2/ izvedljivo
	Celovita obnova stavbe: Zagotoviti redno obnovo javnih zgradb iz proračuna občine in evropskega proračuna (šole, zdravstveni domovi, vrtci itd.).		3/teško izvedljivo

Tabela 7: Vloga državnih organov pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol

#### 6.1.4. Javnost

Prispevek staršev: predstavljajo vez med učenci in učitelji; lahko podarijo nekaj opreme ali pohištva; lahko med učenci ozaveščajo o kakovosti zraka v notranjih prostorih.

Prispevek skupnosti: Običajno je skupnost večja in bolj vključena v šolo v manjših krajih.

	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
STARŠI	Nadzor zdravstvenega stanja otrok (astma, težko dihanje, težave z očmi)		1/zelo lahko izvedljivo
	Anketa o zdravstvenem stanju otrok (vprašalniki)		
	V primeru identifikacije zdravstvenih težav o tem obvestiti zaposlene v šoli		1/zelo lahko izvedljivo

Tabela 13: Vloga staršev in javnosti pri zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega zraka v objektih šol



## 6.2. Splošni načrt procesa za izboljšanje IAQ v šolskih stavbah

Proposed national protocol for primary schools in Slovenia:

School building: \_\_\_\_\_ (name, location)

Stage 1. Identify IAQ team members for a school building \_\_\_\_\_, define an IAQ manager: \_\_\_\_\_

Stage 2. Vulnerability assessment and SWOT analysis

- School building (surroundings, technical characteristics, maintenance, number of users, their distribution);
- Identification of different actions for improving indoor air quality (what/how)
- Identification of children and employees wellbeing (self-assessment)
- Identification of children and employees' health status (questioner)

Stage 3. Monitoring campaign (measuring process of some pollutants) and check list (professionals assessment of the building status)

Stage 4. Action plans for improvement of indoor air quality (priority list based on school management)

The process of implementation and evaluation of each action:

- Defining the aim of action
- Method of implementation of action
- Time plan
- Stakeholders involvement plan
- Check list of action
- Evaluation of action
- Quality control of action

Stage 5. Defining the periodical monitoring of IAQ in school buildings (frequency, methods, control and action) and defining exceptions.

## 6.3. Izobraževanja

Krepitev zmogljivosti je pomemben del nacionalne strategije, zato obstaja potreba po izobraževanju in posebnih priročnikih za ciljne skupine. Organizirano bo usposabljanje za krepitev zmogljivosti za različne ciljne skupine:

- zaposleni v šoli
- Gradbeni sektor
- ministrstva in občine



## 6.4. Spremljanje

Pomembni so preventivni ukrepi glede onesnaževanja zraka v zaprtih prostorih. Dolgoročno je prednostna naloga zmanjšanje virov emisij.

## 6.5. Ozaveščanje

Izobraževanje in usposabljanje za ključne skupine, kot so arhitekti, lokalne oblasti in lastniki stanovalcev, bi bilo treba izboljšati.

Nekaj ukrepov za ozaveščanje bi morale biti:

- informiranje širše populacije o pomenu IAQ v osnovnih šolah.
- predstavitev spremljajoče kampanje in rezultatov.
- predstavitev najboljših praks iz drugih držav na podlagi referenčnih obiskov.

## 6.6. Zakonodaja

V pravilniku je treba skrbno izbrati ves material in zagotoviti ustrezno prezračevanje. Uporabljajo se lahko samo preizkušeni materiali in za katere so bili izdani toksikološki profili. Poleg emisijskih standardov za gradbene materiale in obloge je treba uporabiti tudi standarde IAQ, da se upoštevajo možni vplivi medsebojnega delovanja različnih materialov.

Večino zakonodaje o IAQ je še treba pripraviti. Izjema je zakonodaja o delovnem okolju in kajenju na javnih mestih.

# 7. Zaključek

Spodnja tabela prikazuje povezave med različnimi gradbenimi elementi in možnimi onesnaževali, ki bi lahko vplivali na kakovost notranjega zraka.

	Kazalnik	Na kaj se nanaša (podrobneje)	Možna onesnaževala
Lokacija (zunanje okolje)	Vrsta lokacije	Stanovanjsko naselje, mestno jedro, primestno naselje, mesto, vas	Delci
	Območje zgradbe / zemljišče / zunanje okolje	Daleč od virov onesnaževanja (soseska, promet, ogrevanje, industrija).	Delci, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, benzen, benzoapiren, itd...
Lastnosti stavbe	Zasnova stavbe	Tlorisna analiza, ločitev čistih in nečistih poti, organizacija / razporeditev prostorov	Neprijetne vonjave
	Vrsta stavbe		
	Leto izdelave		
	Stanje stavbe	Obnovljeno (okna, izolacija, ogrevanje, prezračevanje itd.)	Onesnaževala zaradi novega materiala, poraba energije
	Zgodovina ali trenutno vidni znaki		Mikrobiološka onesnaževala



	poškodb vode, uhajanja vode ...		
	Vidna plesen		Alergeni
Konstrukcija zgradbe	Toplotna izolacija	materiali, načrtovanje in izvajanje	Mikrobiološka onesnaževala, raba energije
	Hidroizolacija (izolacija)	materiali, načrtovanje in izvajanje	Vlažnost (mikroorganizmi)
	Konstrukcija	Vhod, streha, konstrukcija stavb, izolacija, okna -Toplotni mostovi, kondenzacija  Oblikovanje in izvedba konstrukcijskih delov vgrajenih elementov (vhod, streha, konstrukcija, izolacija, okna; Toplotni mostovi, kondenzacija).	Mikroorganizmi
	Materiali	Building materials used for construction, isolation, roof covering, etc.	Formaldehid
MEP (strojne, električne, vodovodne inštalacije)	Prezračevanje	Pravilno načrtovanje, redno vzdrževanje, toaletni prostori  ustrezno prezračevanje  Vrsta, hitrost, frekvenca, če je prezračevanje mehansko: upoštevajte navodila proizvajalca	CO <sub>2</sub> , druga onesnaževala (od aktivnosti in materialov v razredih) (↑ lahko povečajo onesnaževala iz prometa)
	Ogrevanje	Način ogrevanja (biomasa)	delci, CO, VOC, PAH, benzopiren, POPs (obstoja organska onesnaževala)
Oprema 1 (vgrajena oprema/ pohištvo)	Talne obloge		Formaldehid
	Barve, laki, zaščitni premazi		Formaldehid
	Osvetlitev		
Oprema 2	Pohištvo		Formaldehid
	Izdelki, ki jih izdelujejo učenci, razni okraski	Risbe, slike, umetniški izdelki - barve, lepila, laki	Formaldehid
	Stvari, ki jih otroci prinesejo v šolo		
	Lončnice/ rože (zemlja)		↑ mikroorganizmi (plesni), ↓ formaldehid, CO, benzen, trikloroetilen, CO <sub>2</sub>
	Možni hišni ljubljenci v razredu		Mikroorganizmi
Oprema 3 (tehnična oprema)	Računalniška oprema		O <sub>3</sub> , fenol, toluen, 2-etilheksanol, formaldehid, poveča simptome bolnih stavb, nezadovoljstvo s kakovostjo zanzanega zraka
	Klima		
Proces	Prezračevanje	Mehansko/ naravno prezračevanje, pogostost	CO <sub>2</sub> , druga onesnaževala v notranjem zraku (od aktivnosti in materialov v razredih) (↑ lahko povečajo onesnaževala iz prometa)
	Nadzor vlažnosti		Mikroorganizmi (splošno zadovoljstvo z notranjim okoljem)
	Nadzor temperature		Toplotno udobje
	Uporaba osvežilcev zraka, čistilcev		Ftalati, VOC (TVOC, skupne hlapne organske spojine), benzen, formaldehid. Sekundarna onesnaževala (biogene hlapne organske spojine, BVOCs)





	Uporaba barv (učne dejavnosti, likovni pouk)		VOC
	Dejavnosti v razredu (malica, aktivne igre)	Malica v razredu/ jedilnici Aktivnosti - dvig prahu, povečana hitrost prenove (CO <sub>2</sub> )	Neprijetne vonjave, delci, prah, CO <sub>2</sub> ,
	Pisanje na table (kreda, pisala za na table)		Pisala: ↑ PO <sub>4</sub> ↓ benzen Krede: ↑ Cl, benzen ↓ F
	Število učencev v razredu		CO <sub>2</sub> , mikroorganizmi
	Otroci, ki obiskujejo pouk, tudi kadar so bolni		Mikroorganizmi
Vzdrževanje	Čiščenje (procesi in čistila)	Kdaj? Kako pogosto? Katere kemikalije se uporabljajo za čiščenje?	delci, mikroorganizmi
	Uporaba naravnih čistil		VOC, ftalati, formaldehid, benzen, Cl <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>
	Vzdrževanje šolskega pohištva (polomljeno, dotrajano)		
Ostalo	Ozaveščanje Izobraževanja	Izobraževanje, ozaveščanje o pomenu kakovosti zraka v notranjih prostorih	Splošno (velja tudi za težave, s katerimi se srečuje vsaka posamezna šola)
	Spremljanje kakovosti zraka (IAQ)		

Tabela 6: Povezava med gradbenimi elementi in možnimi onesnaževali

\*Raziskava je narejena na podlagi javno dostopnih podatkov za izbrane osnovne šole.

V nadaljni fazi je potrebna priprava smernic za oblikovanje novih šolskih zgradb in njihova vključitev v zakonodajo.