

InAirQ

ZDRAV ZRAK, ZDRAVI OTROCI HEALTHY AIR, HEALTHY KIDS

KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH:
Gradivo za izobraževanja v okviru projekta InAirQ
INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOL ENVIRONMENT:
Material for capacity building trainings

Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov
Peer-reviewed scientific papers



Interreg 
CENTRAL EUROPE European Union
European Regional
Development Fund

InAirQ

MEDNARODNO SPREJETI UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI ZRAKA V NOTRANJIH PROSTORIH
TRANSNATIONAL ADAPTION ACTIONS FOR INTEGRATED INDOOR AIR QUALITY MANAGEMENT

KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH: GRADIVO ZA IZOBRAŽEVANJA V OKVIRU PROJEKTA INAIRQ

ZBORNİK RECENZIRANIH ZNANSTVENIH PRISPEVKOV

INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOL ENVIRONMENT: MATERIAL FOR CAPACITY BUILDING TRAININGS

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC PAPERS

Urednici/ Editors:

asist. dr. Anja Jutraž, mag.inž.arh.,
doc. dr. Andreja Kukec, dipl.san.inž.

**KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH: GRADIVO ZA IZOBRAŽEVANJA V OKVIRU
PROJEKTA INAIRQ /
INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOL ENVIRONMENT: MATERIAL FOR CAPACITY BUILDING TRAININGS**

Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov / Peer-reviewed scientific papers

Urednici / Editors

asist. dr. Anja Jutraž, mag.inž.arh. & doc. dr. Andreja Kukec, dipl.san.inž

Recenzentka / Reviewer

prim. mag. Simona Uršič, dr. med., spec. higijene, spec. javnega zdravja

Jezikovni pregled / Proofreading

asist. dr. Anja Jutraž, mag.inž.arh. &

prim. mag. Simona Uršič, dr. med., spec. higijene, spec. javnega zdravja

Zbornik je brezplačen / Proceedings are free

Izdajatelj / Publisher

Nacionalni inštitut za javno zdravje

<https://www.nijz.si>

Oblikovanje in prelom / Design

Anja Jutraž

ELEKTRONSKA IZDAJA

Spletni naslov

www.nijz.si/sl/inairq

Kraj in leto izdaje / Place and year

Ljubljana, 2019

Spletna stran / Web page

<http://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

<http://www.nijz.si/sl/inairq>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID=302854912](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:si:coibiss-302854912)

ISBN 978-961-7002-91-1 (pdf)

Za vsebino posameznega prispevka so odgovorni njegovi avtorji. /

The sole responsibility for the content of each abstract lies with the authors.

Zbornik recenziranih znanstvenih povzetkov je nastal v sklopu projekta Interreg »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«.

Peer-reviewed scientific papers were made within the project Interreg »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«.

AVTORSKO KAZALO

AVTORSKO KAZALO	3
PREDMETNO KAZALO/ INDEX	5
AVTORJI PRISPEVKOV	9
UVODNIK	15
PREFACE	16
SKLOP 1: VPLIV OKOLJA NA ZDRAVJE	17
Section 1: The environmental impact on health	
1.1 <i>Andreja Kukec, Tanja Carli, Lijana Zaletel-Kragelj</i> CELOVIT METODOLOŠKI PRISTOP PROUČEVANJA VPLIVA NOTRANJEGA ZRAKA NA ZDRAVJE	18
A comprehensive methodological approach to evaluate the impact of indoor air on health	20
1.2 <i>Anja Jutraž, Andreja Kukec</i> PARAMETRI KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA IN NJIHOVI VPLIVI NA ZDRAVJE OTROK	22
Indoor air quality parameters and their impact on children's health	23
1.3 <i>Janja Turšič, Rabela Žabkar</i> PROBLEMATIKA ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V SLOVENIJI	24
The problems of outdoor air pollution in Slovenia	25
1.4 <i>Tomaž Šutej</i> ŠKODLJIVOST RADONA IN UKREPI	26
Radon health risk and mitigation	28
1.5 <i>Simona Uršič</i> SKRIB ZA OHRANJANJE IN KREPTEV ZDRAVJA OTROK IN MLADOSTNIKOV V ŠOLSKIH OBJEKTIH	30
Child and adolescent health protection and promotion in school facilities	32
1.6 <i>An Galičič, Natalija Kranjec, Ivan Eržen</i> OGLJIKOV DIOKSID (CO ₂) – INDIKATOR KAKOVOSTI ZRAKA V VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNIH USTANOVAH: STANJE V SLOVENIJI	34
Carbon dioxide (CO ₂) – indicator of air quality in educational institutions: the state in Slovenia	37
1.7 <i>Tanja Rejc, Andreja Kukec, Karmen Godič Torkar, Mirko Bizjak</i> PRISOTNOST MIKROORGANIZMOV, ČRNEGA OGLJIKA IN OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V NOTRANJEM ZRAKU V OPAZOVANIH VRTCIH	40
Presence of microorganisms, black carbon and carbon dioxide in the indoor air of kindergartens	42
SKLOP 2: ARHITEKTURA	44
Section 2: Architecture	
2.1 <i>Anja Jutraž</i> KAKO LAHKO USTVARIMO ZDRAVO ŠOLSKO OKOLJE? CELOSTNI PRISTOP K OBLIKOVANJU ŠOLSKIH PROSTOROV	45
How can we create a healthy school environment? A holistic approach to the design of school spaces	46
2.2 <i>Mateja Dovjak</i> STRATEGIJA REŠEVANJA PROBLEMATIKE MOŽNEGA VPLIVA GRADBENIH PROIZVODOV NA KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH	47
Problem-solving strategy for control and prevention of possible influences of construction products on the indoor air quality in schools	48
2.3 <i>Anja Jutraž, Andreja Kukec</i> KAKOVOSTNA ZASNOVA NOTRANJEGA OKOLJA Z VIDIKA VPLIVOV NA ZDRAVJE UPORABNIKOV – PRIKAZ ŠTUDIJE PRIMERA	49
Quality indoor environment and user health impact – case study	50
2.4 <i>Peter Novak</i> POMEN KVALITETNEGA PREZRAČEVANJA V ŠOLAH IN VRTCIH	51
The importance of adequate ventilation in schools and kindergartens	53
SKLOP 3: PROJEKT INAIRQ	55
Section 3: Project InAirQ	
3.1 <i>Sonja Šorli</i> ZAZNAVANJE SLABEGA ZRAKA MED UČENCI OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH	56
Assessment of poor air quality in elementary school pupils Karel Destovnik Kajuh	57

3.2	<i>Anja Jutraž, Andreja Kukec, Simona Uršič</i> OZAVEŠČANJE O POMEMBNOSTI IZBOLJŠANJA KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA Awareness raising actions for improving indoor air quality	58 60
3.3	<i>Simona Uršič, Andreja Kukec, Anja Jutraž</i> REZULTATI MERITEV MERJENJA KAKOVOSTI ZRAKA V OKVIRU PROJEKTA INAIRQ Results of air quality measurement as part of the project inairq	62 64
3.4	<i>Simona Uršič, Anja Jutraž, Andreja Kukec</i> UKREPI ZA IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH Action plans for improvement of indoor air quality in primary schools	66 68
	DALJŠI ZNANSTVENI PRISPEVKI Longer scientific papers	70
4.1	<i>Anja Jutraž, Andreja Kukec, Peter Otorepec</i> »BENCHMARKING«: PREGLED DOBRIH PRAKS NA PODROČJU KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH OKOLJIH Benchmarking: review of good practices in the field of indoor air quality in school buildings	71 77
4.2	<i>Anja Jutraž, Andreja Kukec, Tamas Szigheti</i> METODOLOŠKI PRISTOP SPREMLJANJA KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH Methodological approach of monitoring indoor air quality in primary schools	83 96
4.3	<i>Anja Jutraž, Andreja Kukec, Simona Uršič</i> ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GLEDE IZBOLJŠAV OSNOVNIH ŠOL – ŠTUDIJA PRIMERA OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH Feasibility plan for improvements in schools – case study OŠ Karel Destovnik Kajuh	109 129
	ZAKLJUČEK Conclusion	149

PREDMETNO KAZALO / Index

A

action plans · 68
 action plan · 129
activities · 57
air quality measurements · 20
 air quality measurement · 64
akcijski načrti · 109
aktivnosti · 56
ambient air · 25
ambient air pollution · 25
architecture · 23
arhitektura · 22
awareness raising · 60

B

benchmark visit
 benchmark visits · 77
black carbon · 42

C

carbon dioxide · 37, 42
child health · 23
CO₂ · 62, 64, 66, 68
construction products · 48
črni ogljik · 40
cross-sectional study · 20

D

delci · 24

E

education · 60
educational institutions
 educational institution · 37
environment quality forum · 60

F

feasibility plan · 129
forum kakovosti okolja · 58

G

gradbeni proizvodi · 47

H

health · 37, 48

healthy school environment · 32, 46, 77

I

InAirQ · 62, 64

indoor air quality · 37, 42, 46, 48, 50, 53, 60, 68, 77, 96, 129

indoor air quality parameters · 23

interdisciplinarno sodelovanje · 45

interdisciplinary collaboration · 46

izobraževanje · 58

J

javno zdravje · 22, 45, 49

K

kakovost notranjega zraka · 34, 40, 47, 49, 58, 66, 71, 83

kakovost zraka · 56

kakovost zraka v notranjih prostorih · 45, 109

kakovost zunanjega zraka · 24

kakovostno notranje okolje · 49

kindergarten · 53

krepitev zdravja · 30

kvalitetni notranji zrak · 51

L

lung cancer · 28

M

mechanical ventilation · 53

mehansko prezračevanje · 51

meritve · 83

meritve kakovosti zraka · 18, 62

methodological approaches

methodological approach · 20

metodološki pristopi · 18

microclimate · 50

microorganisms in indoor air · 42

mikroklima · 49

mikroorganizmi v notranjem zraku · 40

mitigation · 28

monitoring campaign · 96

N

naravno prezračevanje · 51

natural ventilation · 53

O

obiski dobrih praks · 71
ocena ranljivosti · 83
ogljikov dioksid · 34, 40
onesnaženost zunanjega zraka · 24
onesnaževalo · 24
osnovne šole · 45, 66, 71
ozaveščanje · 58

P

parametri kakovosti notranjega zraka · 22
pljučni rak · 26
PM_{2,5} and PM₁₀ particles
PM_{2,5}, particles, PM₁₀ · 25
počutje · 34
pollutants
pollutant · 25
presečna raziskava · 18
prezračevanje · 26
primary schools · 64, 68, 77
primary school · 32, 46
problem solving · 48
public health · 23, 32, 46, 50

Q

quality indoor environment · 50
quality of air · 57

R

radon · 26, 28, 66, 68
relative humidity · 64
relativna vlažnost zraka · 62
reševanje problematike · 47

S

sanacija · 26
school · 48
school environment · 23, 96, 129
schools · 53, 57
šola · 30
šole · 51, 56
šolski prostori · 47
šolsko okolje · 22, 83, 109
študija izvedljivosti · 109
SWOT · 18, 83, 96
SWOT analysis · 20

U

ukrepi · 66
ureditev šolskih objektov · 30
user health · 50

V

ventilation · 28

vrta · 51

vulnerability assessment · 96

vzgojno-izobraževalne ustanove · 34

W

well-being · 37

Z

zdravje · 34, 47

zdravje otrok · 22

zdravje uporabnikov · 49

zdravo šolsko okolje · 45, 71

AVTORJI PRISPEVKOV

asist. Tanja Carli, dr. med., univ. dipl. biol. Nacionalni inštitut za javno zdravje
anja.carli@nijz.si

Tanja Carli, dr. med., univ. dipl. biol., je doktorska študentka na Univerzi v Ljubljani, Medicinska fakulteta. Od oktobra 2019 naprej je zaposlena na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje na Centru za zdravstveno ekologijo. Dosedanja področja raziskovalnega dela so usmerjena v klinično medicino, ki pa predstavlja pomembne temelje pri etiologiji in patogenezi bolezni na področju javnega zdravja. Tekom dodiplomskega študija je sodelovala pri projektih, ki so proučevali tudi rizične populacijske skupine (npr. nosečnice, porodnice in novorojenčki). Na podiplomskem študiju pogloblja svoja znanja s področja proučevanja kirurškega zdravljenja bolezenske debelosti. Pri raziskovalnih nalogah se je seznanila in pridobila nekatere veščine s področja epidemiologije (zbiranje in obdelava podatkov) na primeru bolnikov z žilnimi pristopi zaradi kronične hemodialize. Kot asistentka s področja fiziologije pa svoje znanje prenaša tudi na dodiplomske študente.

dr. Mirko Bizjak univ. dipl. kem. Agencija Republike Slovenije za okolje
mpbizjak@gmail.com

Dr. Mirko Bizjak je številna leta delal na področju kakovosti zraka, analitske kemije in nevarnih snovi. Kot raziskovalec je bil zaposlen na Kemijskem inštitutu Slovenije. Udeležen je bil tudi pri pedagoškem procesu, bil je mentor in somentor pri številnih diplomskih, magistrskih ter enem doktorskem delu, kot docent pa je bil pogodbeno zaposlen na UL Zdravstveni fakulteti. Tri leta je delal tudi na hidrometeorološkem zavodu RS. Do leta 2016, ko se je upokojil, je bil zaposlen na Agenciji republike Slovenije za okolje (ARSO).

doc. dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
mdovjak@fgg.uni-lj.si

Dr. Mateja Dovjak je docentka in raziskovalka na KSKE od leta 2007. Raziskovalno in pedagoško deluje na področju: načrtovanje zdravih, udobnih in trajnostnih stavb; sindrom bolnih stavb, kakovost notranjega okolja, varnost gradbenih proizvodov. Njen prispevek k razvoju in raziskavam novih področij: razvoj morfologije načrtovanja zdravilnega okolja in UCCPS sistema (integral user-centred cyber-physical system) v bolnišničnem okolju. Aktivno sodeluje z domačimi in tujimi strokovnjaki (Laboratory of Building Environment, Tokyo City University; Technical University of Denmark, Karlsruhe Institute of Technology). Je članica uredniškega odbora 4 mednarodnih revij (AJEPR, CAIER, IJET, IJSER) in recenzentka (Energy, Applied Energy, Building and Environment, Energy Policy...). Članstvo v strokovnih in znanstvenih združenjih: European Public Health Association, EUPHA; International Solar Energy Society, ISES; COST Action C24, COSTeXergy; P2-0158 Structural engineering and building physics; SDA Slovenian Acoustics Association; SIST/TC STV Glass, light and lighting applications in buildings.

prim. prof. dr. Ivan Eržen, dr. med., spec. epid., spec. jav. zdrav. Nacionalni inštitut za javno zdravje,
ivan.erzen@nijz.si

Dr. Ivan Eržen je specialist javnega zdravja, ki je opravljal različne naloge v okviru dejavnosti javnega zdravja na regionalnem in državnem nivoju. Njegovo raziskovalno delo je vezano na strokovno delo in usmerjeno predvsem v proučevanje vpliva dejavnikov okolja na zdravje. Sodeloval je tudi pri raziskovanju vedenjskega sloga ter pri proučevanju razširjenosti nekaterih kroničnih bolezni v Sloveniji. Poleg strokovnega in raziskovalnega dela, veliko časa nameni tudi pedagoškemu delu- na različnih nivojih in smereh prenaša znanje in izkušnje iz področja javnega zdravja na mlade

generacije. Trenutno je predstojnik katedre za Javno zdravje na Medicinski fakulteti UM ter predstojnik centra za proučevanje in razvoj zdravja v okviru NIJZ.

An Galičič, mag. san. inž.

Nacionalni inštitut za javno zdravje
an.galicic@nijz.si

An Galičič, razvojno-raziskovalni sodelavec na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (NIJZ), po diplomskem in magistrskem študiju sanitarnega inženirstva na Zdravstveni fakulteti Univerze v Ljubljani (UL) ter podiplomskem tečaju Javnega zdravja na Medicinski fakulteti UL izobraževanje nadaljuje na Interdisciplinarnem doktorskem študiju Varstvo okolja na UL. Njegovo področje dela predstavljajo vplivi okoljskih dejavnikov na zdravje, med drugim opravlja strokovno nalogo presojevalca prostorskih dokumentov z vidika krepite in varovanja zdravja. Njegova interdisciplinarnost pri delu se odraža s sodelovanjem s strokovnjaki različnih strok in ustanov. Je prejemnik Prešernove nagrade Zdravstvene fakultete UL za magistrsko delo. Sodeloval je pri več projektih in je avtor številnih strokovnih ter znanstvenih del s področja zdravstvene ekologije.

doc. dr. Karmen Godič Torkar, univ. dipl. biol.

Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za sanitarni inženirstvo
karmen.torkar@zf.uni-lj.si

Dr. Karmen Godič Torkar je diplomirala iz interfakultetnega študija mikrobiologije in pridobila doktorat iz živilske mikrobiologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Zaposlena je bila kot mlada raziskovalka in kot višja strokovna sodelavka na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete, zadnjih 12 let pa kot docentka za področje mikrobiologije na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani (predavateljica za področja Mikrobiologija s parazitologijo, Tehnologija in varnost živil, Mikrobiološke preiskave v okolju, Metode vzorčenja). Področja raziskav obsegajo: (1) *Bacillus cereus* v živilih in kliničnih vzorcih, genotipske in fenotipske podobnosti glede na izvor, tvorbo toksinov, vrsto plazmidov in odpornost proti antibiotikom. Preučevanje genetskih predispozicij različnih tipov beta laktamaz pri sevih *Bacillus cereus*. (2) Mikrobiološka kakovost okoljskih vzorcev (vode, površine, zrak): preučevanje prisotnosti bakterij, virusov protimikrobnih ter genotoksičnih snovi v vzorcih vod. Preučevanje odpornosti bakterij proti antibiotikom v različnih okoljskih vzorcih vode, vključno z odpadno (črno) vodo, površin, živil, s poudarkom na beta laktamazah razširjenega spektra in karbapenemazah. (3) Sodelovanje v 16 raziskovalnih projektih.

prof. dr. Lijana Zaletel-Kragelj, dr. med., spec. epidemiologije, spec. javnega zdravja

Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje in Nacionalni inštitut za javno zdravje
lijana.zaletel-kragelj@mf.uni-lj.si

Dr. Lijana Zaletel-Kragelj je ugledna profesorica na področju Javnega zdravja. Zaposlena na je na Univerzi v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, kjer proučuje vsebine s področja javnega zdravja na dodiplomskem in podiplomskem študijskem programu. Svoja bogata metodološka in vsebinska znanja predaja tudi bodočim specialistom javnega zdravja. Vpeta je tudi v številne nacionalne ter mednarodne projekte s področja okoljskih in družbenih determinant zdravja na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje. Je članica uglednih združenj v slovenskem in mednarodnem prostoru ter urednica temeljnih publikacij s področja javnega zdravja. Njeno bogato znanje ter poznavanje javnega zdravja odraža preko objavljenih znanstvenih in strokovnih del.

Natalija Kranjec, dipl. san. inž. (UN)**Nacionalni inštitut za javno zdravje**
natalija.kranjec@nijz.si

Natalija Kranjec zaposlena na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje z zaključenim diplomskim študijem sanitarnega inženirstva na Zdravstveni fakulteti Univerze v Ljubljani deluje na področju vpliva okoljskih dejavnikov na zdravje, osrednje področje dela sta okoljski hrup in onesnaženost zraka. Dodatno usposabljanje s področja metodoloških pristopov interdisciplinarnega obvladovanja zdravstveno-ekološke problematike je opravljala na univerzi Manchester Metropolitan University v Združenem kraljestvu. Pri svojem delu sodeluje s številnimi mednarodno priznanimi strokovnjaki in inštitucijami. Aktivno sodeluje pri evropskih projektih s področja zdravstvene ekologije. Trenutno sodeluje pri evropskem projektu ANIMA v okviru programa Horizon 2020. Svoje strokovno delo dopolnjuje z avtorstvom številnih strokovnih in znanstvenih del.

doc. dr. Andreja Kuček, dipl. san. inž**Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje in Nacionalni inštitut za javno zdravje**
andreja.kucec@mf.uni-lj.si

Dr. Andreja Kuček je zaposlena na Univerzi v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, kjer poučuje na dodiplomskem in podiplomskem študiju vsebine s področja javnega zdravja. Na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje kot nacionalni ekspert s področja javnega zdravja aktivno deluje na številnih nacionalnih in mednarodnih projektih. Njeno strokovno in znanstveno delo je usmerjeno v proučevanje okoljskih determinant zdravja na različne populacijske skupine. Ožje raziskovalno področje vključuje vsebine s področja zunanjega in notranjega zraka, od ocene izpostavljenosti, proučevanja učinkov na zdravje do oblikovanja javnozdravstvenih ukrepov. Iz njene bibliografije je razvidno, da je vključena v raziskovalno delo z različnimi strokovnjaki, kar se odraža tudi v njenem interdisciplinarnem delovanju in povezovanju z različnimi domačimi in tujimi inštitucijami.

dr. Anja Jutraž, mag. inž. arh.**Nacionalni inštitut za javno zdravje**
anja.jutraz@nijz.si

Dr. Anja Jutraž je raziskovalka na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje, do leta 2019 tudi sodelavka na Fakulteti za arhitekturo Univerze v Ljubljani. Od leta 2013 deluje kot arhitektka in raziskovalka tudi na Inštitutu za interdisciplinarno sodelovanje in urbani prostor CoLab. Njeno raziskovalno delo se osredotoča na participacijo javnosti, interdisciplinarno sodelovanje in delo na daljavo, v zadnjem času pa predvsem na iskanje povezav med zasnovo stavb (bivalnim/delovnim okoljem) in zdravjem njenih uporabnikov. Leta 2013 je doktorirala z nalogo Vizualni digitalni sistem orodij za sodelovanje javnosti pri urbanističnem načrtovanju na Fakulteti za arhitekturo v Ljubljani. Od leta 2017 deluje na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje, kjer sodeluje na različnih raziskovalnih projektih (InAirQ, InnoRenew, Healthy Gateways, SHARP idr.), kjer raziskuje vplive bivalnega, delovnega in šolskega okolja na zdravje uporabnikov. Sodeluje predvsem pri raziskovanju kakovosti notranjega zraka in vplivih na zdravje otrok, pri celostnem načrtovanju zdravih šolskih okolij ter razvoju zdravstvenih parametrov v BIM modelih kot pomoč za načrtovalce (arhitekta in urbaniste).

Peter Otarepec, dr.med., spec.za higieno, spec. MDPS**Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo**
peter.otarepec@nijz.si

Peter Otarepec je zdravnik, specialist za higieno in medicino dela. Trenutno je odgovoren za Center za zdravstveno ekologijo na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje v Ljubljani. Ima veliko izkušenj na področju okolja in zdravja. Sodeloval je pri različnih EU projektih, povezanih z razvojem kazalcev okoljskega zdravja (ENHIS, UNIPHE) in projektov

o vplivu izpostavljenosti onesnaženju zraka (APHEIS, APHEKOM). Sodeloval je tudi pri razvijanju metode za oceno učinka na zdravje.

Peter Novak, univ.dipl.biol.	Agregat d.o.o. peter@agregat.si
-------------------------------------	--

Peter Novak je diplomiral s področja funkcionalizacije magnetnih nanodelcev in njihove uporabe za biološke aplikacije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani (UL). Diploma je bila zasnovana v sodelovanju med Nacionalnim inštitutom za biologijo (NIB) in Nanotesla inštitutom iz skupine Kolektor. Zadnjih 10 let del kot komercialist v podjetju Agregat d.o.o., kjer se ukvarjajo z načrtovanjem, svetovanjem in dobavo komponent različnih prezračevalnih sistemov. Na področju pomembnosti prezračevanja v notranjih bivalnih prostorih sodeluje s Konzorcijem pasivna hiša pod okriljem fakultete za arhitekturo (UL), izobražuje energetske svetovalce v skupini ENSVET in pripravlja individualna predavanja s področja pomena uporabe tovrstne opreme v sodobnih stanovanjskih objektih.

Tanja Rejc mag. san. inž	Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje tanja.rejc@mf.uni-lj.si
---------------------------------	---

Tanja Rejc je v letu 2017 magistrirala na Zdravstveni fakulteti in si pridobila naziv magistrica sanitarnega inženirstva. Magistrska naloga je obsegala raziskovano delo s področja mikrobiološke in kemijske kakovosti notranjega zraka. V letu 2017 in 2018 je opravljala pripravništvo na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje. Tekom pripravništva je sodelovala tudi pri meritvah kakovosti notranjega zraka tekom projekta »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)« ter pri aktivnostih na projektu COST, kjer so se raziskovalci ukvarjali z oceno tveganja za zdravje in vplivih industrijsko onesnaženih območij na zdravje. 2019 je bila izvoljena v naziv asistentke za področje Javnega zdravstva na Zdravstveni fakulteti. 2019 je opravila podiplomski tečaj Javno zdravje na Katedri za javno zdravje na Medicinski fakulteti.

prim. mag. Simona Uršič, dr. med., spec. higijene, spec. javnega zdravja	Nacionalni inštitut za javno zdravje simona.ursic@nijz.si
---	--

Mag. Simona Uršič, je zdravnica, specialistka higijene in specialistka javnega zdravja, zaposlena na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje NIJZ. Na Biotehniški fakulteti v Ljubljani je pridobila naziv magistrica znanosti s področja živilstva. V okviru strokovnega dela se ves čas ukvarja s proučevanjem okoljske problematike – preučevanjem vplivov različnih parametrov okolja na zdravje, z osveščanjem prebivalstva in izobraževanjem. Ima veliko izkušenj z različnih področij okolja in zdravja. Ves čas službovanja je sodelovala z vrtci in osnovnimi šolami, ukvarjala se je z okoljsko problematiko v teh institucijah. Je soavtorica in vodja preventivnega programa za otroke in mladino "Varno s soncem". Delala je tudi v projektih EU o onesnaževanju zraka (UFIREG, InAirQ).

dr. Tamas Szigheti	National Public Health Center, Budapest, Hungary szigheti.tamas@oki.antsz.hu
---------------------------	---

Dr. Tamás Szigheti je vodja skupine, ki dela na področju kakovosti zraka, aerobiologije in človeškega biomonitoringa v Nacionalnem centru za javno zdravje v Budimpešti na Madžarskem. Ima veliko izkušenj na področju analitične kemije in zdravja okolja. Sodeloval je pri projektih, ki jih financira EU in so povezani z notranjim okoljem (OFFICAIR) in biomonitoringom (HBM4EU). V zadnjem času je vodilni strokovnjak projekta InAirQ, ki se osredotoča na raziskavo kakovosti zraka v zgradbah osnovnih šol v Srednji Evropi.

Sonja Šorli, dipl. učiteljica razrednega pouka, naziv svetovalka

OŠ Karla Destovnika Kajuha, Ljubljana
sonja.sorli@os-kdk.si

Sonja Šorli je profesorica razrednega pouka, diplomirala je leta 1996 na Univerzi v Ljubljani na Pedagoški fakulteti. Od leta 1981 je redno zaposlena na OŠ Karla Destovnika - Kajuha. Poučevala je učence 2. triletja. Od leta 1999 je opravljala delo pomočnice ravnateljice, od leta 2010 pa je ravnateljica na isti šoli. Njeno delo je zelo razgibano: skrbi za organizacijo izobraževalnega dela na šoli, aktivno sodeluje pri oblikovanju poročil in letnega načrta šole, skrbi za urejenost šolske dokumentacije, pomaga pri načrtovanju in izvedbi sodelovanja šole z zunanjimi ustanovami in organizacijami, spremlja zakone in predpise, pripravlja statistična ali druga poročila, spodbuja in omogoča sprotno strokovno izobraževanje strokovnih delavcev in opravlja še številne druge naloge v skladu z zakoni, kolektivno pogodbo, splošnimi akti zavoda in drugimi predpisi.

Zelo pomembno pa je načrtovanje dela s sodelavci na različnih področjih uresničevanja vsebin učnih načrtov in drugih neformalnih oblikah izobraževanja, ki jih pedagoški delavci nudijo in omogočajo učencem v šoli. Poleg tekmovanj, natečajev, srečanj, spodbuja vsestransko vključevanje v različne projekte, ki jih organizira in omogoča Mestna občina Ljubljana, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ali druge organizacije doma in v tujini. Sodelovanje v projektih omogoča doseganje dodatnih znanj na višjem nivoju, tako učencem kot tudi strokovnim delavcem.

Na šoli Karla Destovnika-Kajuha so že pred mnogimi leti začeli uvajati integrirane tedne v naravi. Takšna oblika pridobivanja znanj na drugačen način se je kmalu uveljavila tudi po drugih šolah. S športnimi oddelki so omogočili številnim nadarjenim in perspektivnim športnikom uspešno nadaljevanje njihove športne poti. Sodelovanje v evropskih projektih pa omogoča vzgajanje in izobraževanje za trajnostni razvoj in globlje poznavanje ter odgovoren odnos do sebe in drugih ljudi, do svoje kulture in kulture drugih, do naravnega in družbenega okolja.

dr. Tomaž Šutej, univ. dipl. fiz.

Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji
Tomaz.Sutej@gov.si

Dr. Tomaž Šutej se je rodil v Ljubljani. Osnovno šolo sem obiskoval v Domžalah, elektrotehniško pa v Ljubljani. Jeseni 1979 sem se vpisal na Univerzo v Ljubljani – smer Tehniška fizika. Diplomiral sem aprila 1984 na področju nevtronske dozimetrije in se zaposlil na Institutu "Jožef Stefan" – Odseku za reaktorsko fiziko. Na Univerzi v Mariboru sem 1989 zagovarjal magistrsko nalogo o meritvah radona s polimernimi detektorji jedrskih sledi ter 1995 še disertacijo o interakciji radona in njegovih kratkoživih razpadnih produktov s trdnimi površinami. Med 1991-93 sem bil tretjinsko zaposlen še na Republiškem sanitarnem (zdaj Zdravstvenem) inšpektoratu ter od 1994 naprej redno. Spomladi 2003 smo ustanovili Upravo Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, kjer sem še zdaj.

dr. Janja Turšič, univ. dipl. inž. kem. Teh.

Agencija Republike Slovenije za okolje
janja.tursic@gov.si

Dr. Janja Turšič, rojena 1970, je direktorica Urada za stanje okolja zaposlena na Agenciji RS za okolje. Naziv doktorica kemijskih znanosti je pridobila na Kemijskem inštitutu v Ljubljani. V okviru svoje strokovne poti se ves čas ukvarja s problematiko okolja, najbližje pa ji je področje onesnaženosti zunanjega zraka. Na Agenciji RS za okolje je aktivno sodelovala tudi v kohezijskih projektih Bober in Sinica.

dr. Rahela Žabkar**Agencija Republike Slovenije za okolje**
rahela.zabkar@gov.si

Dr. Rahela Žabkar, rojena 1977, je doktorirala iz meteorologije na Fakulteti za matematiko in fiziko leta 2009. Kakovost zrak je bilo vsa leta njeno primarno področje dela. Po vzpostavitvi prvega disperzijsko fotokemijskega modela za modeliranje onesnaženosti zraka v Sloveniji se je kot zaposlena na Fakulteti za matematiko in fiziko z modeliranjem širjenja onesnaženja ukvarjala raziskovalno do leta 2015, ko se je zaposlila na Agenciji RS za okolje. Na Agenciji pridobljeno znanje in izkušnje prenaša v prakso ter nadgrajuje ob soočanju z različnimi izzivi širšega področja spremljanja, ocenjevanja in napovedovanja kakovosti zraka v Sloveniji, s sodelovanjem s tujimi strokovnjaki ter ob aktivnostih povezanih z domačimi in tujimi projekti s tega področja.

UVODNIK

Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov *Kakovost notranjega zraka v šolskih prostorih: Gradivo za izobraževanja v okviru projekta InAirQ* je nastal v okviru izobraževanj, ki so del projekta InAirQ. Mednarodni projekt *InAirQ - Mednarodno sprejeti ukrepi za zagotavljanje kakovosti zraka v notranjih prostorih* je potekal od julija 2016 do konca leta 2019 in je del projektov Interreg, Central Europe. V projekt je bilo vključenih devet partnerjev iz petih držav Srednje Evrope (Madžarske, Poljske, Slovenije, Italije, Češke). Koncept projekta je bil osnovan, da sta bili iz vsake države vključeni zdravstvena ustanova in osnovna šola, v kateri se je izvedel aplikativni del projekta. Slovenijo je zastopala Osnovna šola Karla Destovnika Kajuha iz Ljubljane. Glavni namen projekta InAirQ je preučevanje in določitev vplivov onesnaženega zraka v šolskih prostorih na zdravje ljudi ter osveščanje širše javnosti o tej problematiki.

Osrednji namen zbornika je prikazati celostni pristop k načrtovanju šolskih okolij, predvsem povezavo med načrtovanjem šolskih okolij in vplivi na zdravje zaposlenih in otrok ter ostalih uporabnikov. Zbornik smo zasnovali kot preplet treh sklopov: vpliv okolja na zdravje (sklop 1), arhitektura (sklop 2) ter izkušnje pridobljene iz projekta InAirQ (sklop 3).

V prvem sklopu so avtorji opredelili *Celovit metodološki pristop proučevanja vpliva notranjega zraka na zdravje, Parametre kakovosti notranjega zraka in njihove vplive na zdravje otrok*, dotaknili so se *Problematike onesnaženosti zunanega zraka v Sloveniji ter Škodljivosti radona in ukrepov, raziskali Skrb za obranjanje in krepitev zdravja otrok in mladostnikov v šolskih objektih, Ogljikov dioksid (CO₂) kot indikator kakovosti zraka v vzgojno-izobraževalnih ustanovah* s poudarkom na stanju v Sloveniji ter *Prisotnost mikroorganizmov, črnega ogljika in ogljikovega dioksida v notranjem zraku v opazovanih vrtcih*.

Drugi sklop nam ponuja arhitekturni pogled na obravnavo šolskih prostorov, od načrtovanja, gradnje do vzdrževanja. Prispevek *Kako lahko ustvarimo zdravo šolsko okolje – celostni pristop k oblikovanju šolskih prostorov* obravnava različne elemente, ki so pomembni pri načrtovanju šolskih prostorov: npr. osvetlitev, izbira pravih materialov, hrup, toplotno udobje, kakovost zraka, pravilna razporeditev prostorov. V prispevku *Strategija reševanja problematike možnega vpliva gradbenih proizvodov na kakovost notranjega zraka v šolskih prostorih* avtorica obravnava različne materiale, ki se uporabljajo pri gradnji šolskih objektov in njihove vplive na zdravje. Študija primera, ki raziskuje povezave med zdravjem uporabnikov in arhitekturno zasnovano stavbo, je predstavljena v prispevku *Kakovostna zasnova notranjega okolja z vidika vplivov na zdravje uporabnikov*. Na koncu v prispevku *Pomen kvalitetnega prezračevanja v šolah in vrtcih* avtor primerja naravno in mehansko prezračevanje in predstavi prednosti prezračevanja šolskih objektov.

Tretji sklop je namenjen vsebini projekta InAirQ, ki je potekal od leta 2016 do leta 2019. Rezultati projekta so predstavljeni v naslednjih prispevkih: *Kako naj v šoli zaznamo slab zrak? Rezultati ankete, ki je bila izvedena med učenci OŠ Karel Destovnik Kajuh; Ozaveščanje o pomembnosti izboljšanja kakovosti notranjega zraka; Rezultati meritev merjenja kakovosti zraka v okviru Projekta InAirQ; Ukrepi za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v osnovnih šolah; »Benchmarking«: Pregled dobrih praks na področju kakovosti notranjega zraka v šolskih okoljih: Metodološki pristop spremljanja kakovosti notranjega zraka v osnovnih šolah; Študija izvedljivosti glede izboljšav osnovnih šol – Študija primera OŠ Karel Destovnik Kajuh*.

Izhajajoč iz celostnega pristopa k načrtovanju šolskih okolij, je Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov namenjen strokovnjakom in uporabnikom s področja javnega zdravja, arhitekture, gradbeništva ter zaposlenim v osnovnih šolah.

Dr. Anja Jutraž in Dr. Andreja Kukec

PREFACE

Book of a peer-reviewed scientific papers with the title "*Indoor air quality in school environment: material for capacity building trainings*" was made as a part of education training during the InAirQ project. InAirQ International Project - *Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management* was conducted from July 2016 to the end of 2019 as a part of the Interreg Project, Central Europe. There were nine partners from five Central European countries (Hungary, Poland, Slovenia, Italy, Czech Republic) involved in the project. The concept of the project included one health institution and elementary school where the application part was conducted. Elementary School Karl Destovnik Kajuh in Ljubljana represented the Slovenian elementary schools. The main aim of the InAirQ project was to identify and study the effects of indoor air pollutants in elementary schools on human health and to raise public awareness on this issue.

The main aim of the book is to demonstrate a holistic approach to planning the school environment, especially the connection between the planning of school environment and its impact on the health of employees, children and other users of the building. The book was designed as a combination of three parts: the environmental impact on health (part 1), architecture (part 2) and lessons learned from the InAirQ project (part 3).

In the part one, authors defined a *A comprehensive methodological approach to evaluate the impact of indoor air on health*. Authors also briefly discussed the issue of the *The problems of outdoor air pollution in Slovenia, Radon health risk and mitigation*, they also investigated the *Child and adolescent health protection and promotion in school facilities, Carbon dioxide (CO₂) – indicator of air quality in educational institutions: the state in Slovenia* with an emphasis on the situation in Slovenia, and studied the *Presence of microorganisms, black carbon and carbon dioxide in the indoor air of kindergartens*.

Part two consists of the architectural perspective on the treatment of school interior, from design, construction to maintenance. The paper *How can we create a healthy school environment - A holistic approach to the design of school spaces* addresses the various important elements in the design of school spaces: e.g. lighting, choosing the right materials, noise, thermal comfort, air quality, proper layout of the rooms. In the paper *Problem-solving strategy for control and prevention of possible influences of construction products on the indoor air quality in schools* the author discusses various materials used in the construction of schools, and their effects on health. A case study, presented in the paper *Quality indoor environment and user health impact – case study*, authors investigate the connections between the health of the occupants and the architectural design of a building. Finally, in the paper *The importance of adequate ventilation in schools and kindergartens*, the author compares natural and mechanical ventilation and presents the benefits of the effective ventilation of school facilities.

The third part is dedicated to the content of the InAirQ project, conducted between 2016 and 2019. The results of the project are presented in the following sections: *Assessment of poor air quality in elementary school pupils Karel Destovnik Kajuh; Awareness raising actions for improving indoor air quality; Results of air quality measurement as part of the project InAirQ; Action plans for improvement of indoor air quality in primary schools; »Benchmarking«: review of good practices in the field of indoor air quality in school buildings; Methodological approach of monitoring indoor air quality in primary schools; Feasibility plan for improvements in schools – case study OŠ Karel Destovnik Kajuh*.

Based on the holistic approach to school environment planning, the book of peer-reviewed scientific papers is aimed for professionals and users in the field of public health, architecture, construction and elementary school employees.

Dr. Anja Jutraž in Dr. Andreja Kukec

SKLOP 1: VPIV OKOLJA NA ZDRAVJE / Section 1: The Environmental Impact on Health

- | | | |
|-----|--|--|
| 1.1 | <i>Andreja Kukec
Tanja Carli
Lijana Zaletel-Kragelj</i> | CELOVIT METODOLOŠKI PRISTOP PROUČEVANJA VPLIVA NOTRANJEGA ZRAKA NA ZDRAVJE
A comprehensive methodological approach to evaluate the impact of indoor air on health |
| 1.2 | <i>Anja Jutraž
Andreja Kukec</i> | PARAMETRI KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA IN NJIHOVI VPLIVI NA ZDRAVJE OTROK
Indoor air quality parameters and their impact on children's health |
| 1.3 | <i>Janja Turšič
Rahela Žabkar</i> | PROBLEMATIKA ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V SLOVENIJI
The problems of outdoor air pollution in Slovenia |
| 1.4 | <i>Tomaž Šutej</i> | ŠKODLJIVOST RADONA IN UKREPI
Radon health risk and mitigation |
| 1.5 | <i>Simona Uršič</i> | SKRB ZA OHRANJANJE IN KREPITEV ZDRAVJA OTROK IN MLADOSTNIKOV V ŠOLSKIH OBJEKTIH
Child and adolescent health protection and promotion in school facilities |
| 1.6 | <i>An Galičič
Natalija Kranjec
Ivan Eržen</i> | OGLJIKOV DIOKSID (CO₂) – INDIKATOR KAKOVOSTI ZRAKA V VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNIH USTANOVAH: STANJE V SLOVENIJI
Carbon dioxide (CO ₂) – indicator of air quality in educational institutions: the state in Slovenia |
| 1.7 | <i>Tanja Rejc
Andreja Kukec
Karmen Godič Torkar
Mirko Bizjak</i> | PRISOTNOST MIKROORGANIZMOV, ČRNEGA OGLJIKA IN OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V NOTRANJEM ZRAKU V OPAZOVANIH VRTCIH
Presence of microorganisms, black carbon and carbon dioxide in the indoor air of kindergartens |

1.1

CELOVIT METODOLOŠKI PRISTOP PROUČEVANJA VPLIVA NOTRANJEGA ZRAKA NA ZDRAVJE

Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Tanja CARLI^{1,2}, Dr. Lijana ZALETEI-KRAGELJ^{1,2}

¹Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana, Slovenija, ²Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *metodološki pristopi, SWOT, presečna raziskava, meritve kakovosti zraka*

UVOD. V zadnjih desetletjih je s strani mednarodne znanstvene skupnosti, okoljskih politik in sektorjev čedalje več pozornosti namenjene področju kakovosti notranjega zraka. Najverjetneje k temu prispeva sodoben način življenja zaradi katerega preživi človek do 90% svojega časa v zaprtih notranjih prostorih (npr. domovi, pisarne, šole, restavracije), kar je v povprečju skoraj 5-krat več v primerjavi s časom, ki ga preživi v zunanjem okolju. Temu primerno se, ob izpostavljenosti onesnaževalom v zunanjem zraku, večja izpostavljenost onesnaževalom v notranjem zraku. Še posebej ranljiva populacijska skupina so otroci, predvsem zaradi razlik v anatomiji, fiziologiji in zrelosti imunskega sistema. Dodatno k razlikam prispeva njihova večja telesna aktivnost v primerjavi z odraslimi, kar prek večje frekvence dihanja pomeni vdihavanje večjih volumnov (onesnaženega) zraka in čas, ki ga otroci preživijo v domačem oz. vzgojno-izobraževalnem okolju.

Skladno s potrebami po oceni vpliva kakovosti notranjega zraka na zdravje otrok v vzgojno-izobraževalnih ustanovah v Evropske unije (EU) in iz nje izhajajočih priporočil ter zakonskih podlag za izvedbo ustreznih ukrepov, se je Slovenija leta 2016 vključila v 3-letni mednarodni projekt InAirQ (angl. Transnational Adaptation Actions for Integrated Indoor Air Quality Management), sofinanciran s strani programa Interreg CENTRAL EUROPE (CE). Osnovni namen projekta je bil oceniti povezanost med boleznimi dihal, alergijami in opazovanimi onesnaževali (lahkohlapni ogljikovodiki, aldehidi, CO, CO₂, NO₂, O₃, PM_{2,5}, UFP, radon in prah) ter mikroklimatskimi parametri (temperature zraka, relativna vlaga zraka, izmenjava zraka pri različnih stopnjah prezračevanja) v notranjem zraku pri ranljivi populacijski skupini na območju CE.

NAMEN. Predstaviti celovit metodološki pristop ocenjevanja vpliva onesnaženosti notranjega zraka na zdravje otrok.

REZULTATI. V letu 2017-2018 smo izvedli presečno raziskavo tipa HIS (angl. Health Interview Survey) o povezanosti med boleznimi dihal, alergijami in opazovanimi onesnaževali (lahkohlapni ogljikovodiki, aldehidi, CO, CO₂, NO₂, O₃, PM_{2,5}, UFP, radon in prah) ter mikroklimatskimi parametri (temperature zraka, relativna vlaga zraka, izmenjava zraka pri različnih stopnjah prezračevanja) v notranjem zraku med otroci starimi 9 let, ki so bili vpisani v 3. razred OŠ v ljubljanski zdravstveni regiji. Z mednarodnim anketnim vprašalnikom, ki so ga izpolnjevali starši in vsebino katerega smo pred implementacijo prilagodili slovenskemu prostoru, smo pridobili podatke za oceno zdravja in počutja otrok. Meritve kakovosti zraka v učilnicah in na lokaciji zunaj šole (temperatura in relativna vlaga, delci v zraku (PM_{2,5}), CO₂, aldehidi (formaldehid), VOC - hlapne organske spojine (benzen), NO₂ in radon) smo izvajali vzporedno, in sicer 1 teden na vsaki šoli v obdobju kurilne sezone (13. 11. 2017 - 16. 3. 2018). Vse sodelujoče države so imele enoten protokol meritev (uporaba enakih merilnikov; enak način dela (izbira merilnih mest, način izvajanja meritev, ravnanje z vzorci in transport do laboratorija); analiza v istem certificiranem laboratoriju pri vodilnem projektne partnerju v Budimpešti, kar je omogočilo skupno predstavitev rezultatov meritev vseh partnerjev in možnost njihove primerjave med partnerji. SWOT analiza je bila uporabljena kot celovito analitično orodje za analizo prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti z vidika kakovosti zraka v izbranih OŠ.

RAZPRAVA. Ocenjevanje vpliva onesnaženosti notranjega zraka na zdravje otrok predstavlja za strokovnjake javnega zdravja velik metodološki izziv, in sicer tako v fazi načrtovanja raziskave (izbor ciljne populacije, opredelitev vzorca, potencialni dejavniki tveganja, opazovani zdravstveni izidi, ocena izpostavljenosti, skrbna priprava vprašalnika) kot v fazi izvedbe (etične dileme - predvsem soglasje staršev, izpolnjevanje vprašalnika, analiza in interpretacija podatkov).

SKLEP. Celoviti metodološki pristopi proučevanja vpliva notranjega zraka na zdravje otrok so izhodišče za pripravo z dokazi podprtih javnozdravstvenih aktivnosti na področju kakovosti notranjega zraka v vzgojno-izobraževalnih ustanovah.

LITERATURA.

1. Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
2. Andrade A, Dominski FH. Indoor air quality of environments used for physical exercise and sports practice: Systematic review. *J Environ Manage* 2018; 206: 577-86.
3. Boor BE, Spilak MP, Laverge J, et al. Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review. *Build Environ* 2017; 125: 528–55.
4. Cincinelli A, Martellini T. Indoor Air Quality and Health. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 25;14(11): 1286.
5. Du W, Li X, Chen Y et al. Household air pollution and personal exposure to air pollutants in rural China e A review. *Environ Pollut* 2018; 237: 625–38.

1.1**A COMPREHENSIVE METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATE THE IMPACT OF INDOOR AIR ON HEALTH***Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Tanja CARLI^{1,2}, Dr. Lijana ZALETEL-KRAGELJ^{1,2}**¹University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia, ²National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia***Keywords:** *methodological approaches, SWOT, cross-sectional study, air quality measurements*

INTRODUCTION. Indoor air quality has gained considerable attention from the international scientific community, environmental policies and sectors in recent decades. Due to the time-activity profiles of contemporary lifestyles, people spend up to 90% of their time indoors (eg homes, offices, schools, restaurants), hence on average almost 5 - times more than the time spend outdoors. Accordingly, along with the ambient air pollution exposure, the exposure to pollutants in indoor air is increasing. In particular, children are highly vulnerable to air hazards, mainly due to the differences in anatomy, physiology and maturity of the immune system. Additional differences compared to the adults exist due to their increased physical activity enabling, via higher respiratory rate, to inhale larger volumes of (polluted) air, and due to their considerable amount of time spend at home or at educational environment.

In agreement with the needs for assessing the impact of indoor air quality on children's health in educational institutions across European Union (EU), and with the recommendations and legal basis for effective implementation of action plans, Slovenia in 2016 joined the partners of the 3-year international project InAirQ (Transnational Adaptation Actions for Integrated Indoor Air Quality Management), co-funded by Interreg CENTRAL EUROPE (CE). Projects aim was to assess the relationship between respiratory diseases, allergies and observed pollutants (volatile hydrocarbons, aldehydes, CO, CO₂, NO₂, O₃, PM_{2.5}, UFP, radon and dust), and microclimatic parameters (temperature, relative humidity, air exchange at different levels of ventilation) in indoor air among vulnerable population group across CE.

AIM. To present a comprehensive methodology for assessing the impact of indoor air pollution on children's health.

RESULTS. In 2017-2018, a cross-sectional HIS (Health Interview Survey) survey was conducted to study the relationship between respiratory diseases, allergies and observed pollutants (volatile hydrocarbons, aldehydes, CO, CO₂, NO₂, O₃, PM_{2.5}, UFP, radon and dust), and microclimatic parameters (temperature, relative humidity, air exchange at different levels of ventilation) in indoor air among 9 year old children, enrolled in primary schools in the Ljubljana Health Region. To assess the health and well-being of children, a Slovenian adaptation of the International questionnaire was used, and completed by the parents. To assess the air quality (temperature and relative humidity, airborne particles (PM_{2.5}), CO₂, aldehydes (formaldehyde), VOCs - volatile organic compounds (benzene), NO₂ and radon) during the heating season (13. 11. 2017 - 16. 3. 2018), parallel measures were carried out in classrooms and out-of-school locations, 1 week at each school. A unified measurement protocol (the use of the same measurement devices; the same working principles (selection of measuring points, sample collection, handling and transportation); certified laboratory analysis, ensured by the leading project partner in Budapest), was provided to all of the participating countries, enabling to combine and to compare the measurement results between the partners. SWOT analysis was used as a comprehensive analytical tool to analyze the strengths, the weaknesses, the opportunities and the threats of air quality in the selected primary schools.

DISCUSSION. Assessing the impact of indoor air pollution on children's health is a key methodological challenge for public health professionals throughout the entire research process, especially in the phase of study design (selection of target population, sample definition, potential risk factors, observed health outcomes, exposure assessment, questionnaire design) and conduction (ethical dilemmas - notably parental consent, completion of the questionnaires, data analysis).

CONCLUSION. Comprehensive methodological approaches for assessing the impacts of indoor air pollution on children's health present the starting point for the preparation of evidence-based public health activities in the field of indoor air quality in educational institutions.

LITERATURE.

1. Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
2. Andrade A, Dominski FH. Indoor air quality of environments used for physical exercise and sports practice: Systematic review. *J Environ Manage* 2018; 206: 577-86.
3. Boor BE, Spilak MP, Laverge J, et al. Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review. *Build Environ* 2017; 125: 528-55.
4. Cincinelli A, Martellini T. Indoor Air Quality and Health. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 25;14(11): 1286.
5. Du W, Li X, Chen Y et al. Household air pollution and personal exposure to air pollutants in rural China - A review. *Environ Pollut* 2018; 237: 625-38.

1.2

PARAMETRI KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA IN NJIHOVI VPLIVI NA ZDRAVJE OTROK

Dr. Anja JUTRAŽ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}

¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *arhitektura, javno zdravje, parametri kakovosti notranjega zraka, šolsko okolje, zdravje otrok*

UVOD. Kvalitetno šolsko okolje vpliva na različne dimenzije našega zdravja. Prispevek raziskuje povezanost med parametri kakovosti notranjega zraka in njihovimi vplivi na zdravje otrok. Na kakovost notranjega zraka vplivajo različni dejavniki: kakovost zunanega zraka, obseg izmenjave zraka, viri onesnaževal v zraku v zaprtih prostorih (npr. število oseb v prostoru, pohištvo, gradbeni in prekrivni materiali itd.), vezna sposobnost notranjih površin, filtri. Zunanji viri onesnaževal zraka so: promet (npr. gostota prometa, bližina prometnih cest, parkirišč), elektrarne, drugi industrijski obrati, gradbena dela, odlagališča odpadkov, kmetijska dejavnost (npr. škropljenje pesticidov), divji požari. Notranji viri onesnaževal zraka v učilnicah so: gradbeni materiali (npr. stenska obloga, tla, zavese), pohištvo, izdelki za čiščenje / razkuževanje, prah, barve, topila, lepila in smole, fotokopirni stroji, črnila, biocidi, izdelki za osebno nego, ljudje (izdihani zrak), hišni ljubljenci, glodalci, žuželke, plesen (zaradi prekomerne prisotnosti vlage), sekundarni viri (npr. ozon reagira z VOC-i).

NAMEN: Namen prispevka je oceniti povezanost med parametri kakovosti notranjega zraka in njihovimi vplivi na zdravje otrok. Cilj prispevka je prikazati javnozdravstveni in arhitekturni pomen načrtovanja kvalitetnih šolskih okolij tako za zaposlene kot tudi za uporabnike (otroke).

METODE. Na podlagi pregleda literature smo pripravili izbor najpogostejših parametrov kakovosti notranjega zraka, ki lahko imajo vpliv na zdravje otrok: NO₂, CO, O₃, formaldehid, aldehydi (benzen, toluen itd.), VOCs, SVOCs, azbest, radon.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Parametri kakovosti notranjega zraka imajo najpogosteje naslednje vplive na zdravje (izbor): (1) NO₂: povečana reaktivnost bronhijev, zmanjšano delovanje pljuč, povečana obolevnost dihal, oslabljeni imunski sistem, vnetje žrela, povečan alergijski učinek alergenov (npr. alergija na hrano), ekcem; (2) CO (odvisno od prisotne koncentracije v prostoru): glavobol, vrtoglavica, utrujenost, težko dihanje, slabost, bruhanje, razdražljivost, zaspanost, zmedenost, dezorientacija, izguba zavesti, koma, smrt; (3) O₃: bolečine v prsih, kašelj, draženje grla, vnetje dihalnih poti, poškodba pljuč; (4) VOCs: draženje oči, nosu in grla, glavoboli, utrujenost, omotica, slabost, poškodbe jeter, ledvic in centralnega živčnega sistema, za nekatere organe se sumi ali je znano, da povzročajo potencialno kancerogeni učinek; (5) formaldehid: draženje sluznice (solzenje, kihanje, boleče grlo, kašelj), draženje kože (izpuščaji, srbenje), alergeno, senzibilizirajoč učinek, sinusitis, glavobol, slabost, nespečnost itd.

SKLEP. Raziskava je pokazala, da je pomembno kvalitetno načrtovanje šolskega okolja za zdravje otrok ter redno merjenje ter spremljanje parametrov kakovosti notranjega zraka. V prihodnosti je potrebno na podlagi z dokazi podprte ocene parametrov v šolskih okoljih načrtovati in izvesti javnozdravstvene in arhitekturne ukrepe, ki bodo pripomogli k izboljšanju počutja in zdravja uporabnikov (pri obstoječih šolskih stavbah).

LITERATURA.

- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

1.2

INDOOR AIR QUALITY PARAMETERS AND THEIR IMPACT ON CHILDREN'S HEALTH

Dr. Anja JUTRAŽ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}

¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ²University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *architecture, public health, indoor air quality parameters, school environment, child health*

INTRODUCTION. A quality school environment affects the various dimensions of our health. The paper explores the relationship between indoor air quality parameters and their effects on children's health. Indoor air quality is affected by various factors: outdoor air quality, extent of air exchange, sources of indoor air pollutants (eg. people, furniture, building- and covering materials etc.), the binding capacity of indoor surfaces, filters. Outdoor sources of air pollutants are: traffic (e.g. traffic density, proximity of busy roads, parking lots), power plants, other industrial plants, construction works, waste deposit sites, agricultural activity (e.g. spraying pesticides), wildfires. Indoor sources of air pollutants in classrooms are: building materials (e.g. wall covering, flooring, curtains), furniture, cleaning/disinfection products, dust, paints, solvents, glues and resins, photocopiers, inks, biocides, personal care products, people (exhaled air), pets, rodents, insects, mould (from moisture), secondary sources (e.g. ozone reacts with VOCs).

AIM. The purpose of the paper is to assess the relationship between indoor air quality parameters and their effects on children's health. The main aim of the paper is to show the public health and architectural importance of planning quality school environments for both employees and users (children).

METHODS. Based on the literature review, we have compiled a selection of the most common indoor air quality parameters that can affect children's health: NO₂, CO, O₃, formaldehyde, aldehydes (benzene, toluene etc.), VOCs, SVOCs, asbestos, radon.

RESULTS AND DISCUSSION. Indoor air quality parameters can have the following health effects (selection): (1) NO₂: increased bronchial reactivity, reduced lung function, increased respiratory morbidity, reduced immunological protection, middle ear, nose-, ear-, pharynx inflammation, increases the allergenic effect of allergens (e.g. food allergy), eczema, increased blood coagulation in adults; (2) CO: Acute symptoms: headache, vertigo, tiredness, heavy breathing, nausea, vomiting, irritability, drowsiness, confusion, disorientation, loss of consciousness, coma, death; (3) O₃: chest pain, coughing, throat irritation, airway inflammation, lung damage; (4) VOCs: eye, nose and throat irritation, headaches, fatigue, dizziness, nausea, damage to liver, kidney and central nervous system, some organics are suspected or known to cause cancer; (5) formaldehyde: mucous membrane irritation (lacrimation, sneezing, throatache, increased expectoration), inhibits ciliary activity, skin irritation (rash, itching), allergenic, sensitizing effect, sinusitis, headache, nausea, insomnia etc.

CONCLUSION. The research has shown the importance of quality planning of the school environment for children's health and regular measurement of indoor air quality parameters. In the future, it is necessary to plan and implement public health and architectural measures that will help improve the well-being and health of users (with existing school buildings) on the basis of evidence-based assessment of parameters in school settings.

LITERATURE.

- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

1.3**PROBLEMATIKA ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V SLOVENIJI**

Dr. Janja TURŠIČ¹, Dr. Rabela ŽABKAR¹, ¹Agencija Republike Slovenije za okolje, ARSO, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *kakovost zunanje zraka, onesnaževalo, onesnaženost zunanje zraka, delci PM_{2,5} in PM₁₀*

UVOD. Na kakovost zraka v notranjih prostorih poleg dejavnikov, ki se nanašajo na aktivnosti v notranjih prostorih in prezračevanje, vpliva tudi kakovost zunanje zraka. Nivoji nekaterih onesnaževal v zunanjem zraku se precej dobro odražajo v notranjih prostorih (npr. delci PM_{2,5}), pri drugih (npr. O₃) pa povezava ni izrazita.

NAMEN. Onesnaženost zunanje zraka je v Sloveniji pereča problematika, saj se soočamo s čezmernimi ravnmi delcev PM₁₀ v hladni polovici leta in ter visokimi koncentracijami ozona v poletnih mesecih. Povišane ravni delcev so posledica lokalnih izpustov in meteoroloških pogojev, problematika ozona pa ima izrazit regionalni značaj z vplivom čezmejnega transporta.

METODE. Z vidika zagotavljanja skladnosti je v primeru delcev PM₁₀ najbolj problematično število preseganj dnevne mejne vrednosti. Do visokih ravni delcev prihaja praviloma v hladni polovici leta. Takrat se visokim izpustom zaradi uporabe lesne biomase v zastarelih kurilnih napravah pridružijo še neugodne meteorološke razmere z izrazitimi temperaturnimi inverzijami v nižinah celinske Slovenije. Na posameznih merilnih mestih v celinski Sloveniji je preseženo dopustno število preseganj. V zadnjem obdobju se kot najbolj problematični lokaciji izkazujeta Zagorje ob Savi in Celje. Nižje ravni delcev beležimo na Primorskem, v celinski Sloveniji pa je izjema Velenje, kjer so praktično vsi prebivalci priključeni na daljinski sistem ogrevanja. Število dni s preseženo dnevno mejno vrednostjo v posameznem koledarskem letu je zelo odvisno od meteoroloških pogojev v posamezni zimi.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Onesnaženost z ozonom je najbolj problematična na Primorskem in v krajih z višjo nadmorsko višino, kjer poleti občasno prihaja tudi do preseganj opozorilne urne vrednosti. Dopustno število prekoračitev ciljne maksimalne 8-urne koncentracije je preseženo praktično na vseh merilnih mestih. Izjema so le lokacije pod neposrednim vplivom prometa. Tudi v primeru ozona so razlike med posameznimi leti odvisne predvsem od meteoroloških pogojev.

SKLEP. Ostala onesnaževala z vidika doseganja standardov niso problematična. Na nekaterih merilnih mestih se pojavljajo nekoliko povišani nivoji delcev PM_{2,5}, NO₂ in benzo(a)pirena, vendar pa ravni niso višje od predpisanih standardov.

1.3**THE PROBLEMS OF OUTDOOR AIR POLLUTION IN SLOVENIA**

Dr. Janja TURŠIČ¹, Dr. Rabela ŽABKAR¹, ¹Environmental Agency of the Republic of Slovenia, ARSO, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *ambient air, pollutants, ambient air pollution, PM_{2,5} and PM₁₀ particles*

INTRODUCTION. Besides activities inside buildings and air conditioning, indoor air quality is also influenced by ambient air. Levels of some pollutants inside buildings (e.g. PM_{2,5} particles) reflect ambient levels, while for others (e.g. O₃) the correlation is not significant.

AIM. Ambient air pollution in Slovenia is an important issue because of exceeded levels of PM₁₀ particles in cold part of year and ozone in summer months. Reasons for elevated levels of particles are local emissions and unfavourable meteorological conditions. Pollution with ozone is regional and connected to trans-boundary pollution.

METHODS. Compliance with air quality standards is not attained for PM₁₀ daily limit value. The allowed number of daily exceedances is exceeded at some urban monitoring sites. The most problematic locations in recent years are Zagorje ob Savi and Celje. High levels of particles are associated with the cold part of the year due to the widespread use of wood for domestic heating and unfavourable meteorological conditions in basins and valleys of continental part of Slovenia. Lower levels of particles are measured in Primorska region and in some towns in continental part with effective district heating. The number of days with exceeded daily limit value in particular year is significantly influenced by meteorological conditions in winter time.

RESULTS AND DISCUSSION. The highest ozone levels are measured in Primorska region and at the high altitude monitoring sites, where occasionally in summer information value is exceeded. The maximum daily eight-hour mean value is exceeded at almost all measuring sites. The variation of ozone levels between different years depends mainly on meteorological conditions in summer.

CONCLUSION. Levels of other pollutants are below air quality standards. At some measuring sites slightly increased concentrations of PM_{2,5}, NO₂ and benzo(a)pyrene are measured, but air quality standards are not exceeded.

1.4

ŠKODLJIVOST RADONA IN UKREPI

Dr. Tomaž ŠUTEJ, Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: radon, pljučni rak, prezračevanje, sanacija

Radon in predvsem njegovi kratkotrajni radioaktivni potomci v zraku povzročajo največjo naravno sevalno obremenitev prebivalcev. Približno vsak deseti pljučni rak nastane zaradi škodljivih učinkov po vdihavanju radioaktivnih izotopov radona, polonija, svinca in bizmuta. Kljub vedno boljšemu razumevanju fizikalnih in kemičnih lastnosti atomov pa še vedno ne znamo dovolj natančno ovrednotiti bioloških učinkov in zdravstvenega tveganja zaradi kompleksnih dejavnikov okolja, predvsem kajenja in aerosolov. Tveganje je opredeljeno s sevalno obremenitvijo ali efektivno dozo (enota Sievert - Sv ali J/kg). Škoda za zdravje je ovrednotena še z ekonomskimi stroški. Zaključek je, da so ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti radonu, kot so redno prezračevanje prostorov, skrajšanje časa v njih ali gradbena sanacija objekta upravičeni tudi pri vsebnosti radona v zraku, znatno nižji od 1000 Bq/m³.

UVOD. Naravni in žlahtni plin radon ter predvsem njegovi kratkotrajni radioaktivni potomci v zraku povzročajo največjo sevalno obremenitev prebivalcev. Škodljivi učinki radona in njegovih potomcev so bili prvim raziskovalcem znani že pred drugo svetovno vojno, vendar so se sistematične študije nadaljevale šele po njej predvsem zaradi povečane verjetnosti za pljučnega raka pri rudarjih. Po letu 1980 pa so izsledki raziskav vzbudili zanimanje širše javnosti (UNSCEAR Report 2006, Annex E; UNSCEAR Report 1982).

Kljub vedno boljšemu razumevanju fizikalnih in kemičnih lastnosti atomov radona, polonija, svinca in bizmuta še vedno ne znamo dovolj natančno ovrednotiti biološkega tveganja za nastanek pljučnega raka zaradi kompleksnih dejavnikov okolja, predvsem kajenja in aerosolov. Tveganje zaradi izpostavljenosti ionizirajočemu sevanju opredelimo s sevalno obremenitvijo ali efektivno dozo (enota Sievert - Sv ali J/kg). Pomembni vhodni veličini sta še čas izpostavljenosti (enota sekunda – s ali ura = 3600 s) in aktivnost ali število jedrskih razpadov v sekundi (enota Becquerel - Bq = s⁻¹). Človek je v povprečju obremenjen z efektivno dozo nekaj mili-Sievertov letno. Od tega radon s potomci prispeva več kot polovico. To je v Sloveniji okrog 1,5 mSv/leto pri doznem faktorju 2,6 nSv/Bq, pretoku dihanja 0,8 m³/h v 7000 urah in povprečni vsebnosti radona 100 Bq/m³. Upoštevamo še povprečno ravnovesje 40% med radonovimi potomci in radonom v zraku - preračunano na energijo delcev alfa po razpadu vseh atomov.

Dodaten biološki učinek na celice v pljučih imajo kemično aktivni delci ioniziranih radonovih potomcev, ki še niso vezani na aerosole v zraku. Posledica je, da so jamski vodniki zaradi majhne vsebnosti aerosolov v jami sevanju bolj izpostavljeni kot zunaj. Zato je zanje smiselno povečanje doznega faktorja na okrog 5 do 10 nSv/Bq in pretoka dihanja na 1,2 m³/h. Še bolj pomembno je, da kadilci tvegajo za smrt zaradi pljučnega raka okrog 25-krat več od nekadilcev (Darby in drugi, 2005). Zanje bi bilo smiselno povečati dozni faktor vsaj na 50 nSv/Bq.

Delež odraslih kadilcev je okrog ena četrtnina, nekadilcev pa tri četrtnine odraslega prebivalstva. Mednarodna komisija za varstvo pred sevanji (ICRP Publication 126, 2014) tega ne ločuje in zaradi kadilcev tudi za nekadilce povečuje povprečni dozni faktor na okrog 8 nSv/Bq. Na mednarodni ravni še vedno potekajo razprave o teh vrednostih. Slovenija je predvidela povečanje dozne obremenitve v četrtem členu Uredbe o nacionalnem radonskem programu (Ur.l. RS, št. 18/18), a je uveljavitev te spremembe preložila v leto 2021. Sprememba ima lahko pomembne ekonomske posledice za nekatere gospodarske družbe (rudnike, turistične jame), saj bi morali podvojiti število delavcev za omejeno delo v jamah.

Lažje je meriti vsebnost radona v zraku (enota Bq/m³). Referenčna (opozorilna) raven povprečne letne vsebnosti radona v zaprtih bivalnih in delovnih prostorih je znižana na 300 Bq/m³. To je v skladu z direktivo Sveta Evropske skupnosti o osnovnih standardih varstva pred ionizirajočimi sevanji (EU Council Directive 2013/59/Euratom). Pri preseganju te vrednosti so potrebni dodatni ukrepi za zmanjšanje sevalne obremenjenosti, kot so prezračevanje prostorov, skrajšanje časa

v njih ali znižanje vsebnosti radona z učinkoviti gradbenimi posegi. Svetovna zdravstvena organizacija predlaga referenčno raven celo 100 Bq/m³ (WHO Handbook on Indoor Radon, 2009).

Bivalnih ali delovnih prostorov s preseganjem 100 Bq/m³ je v Sloveniji vsaj tretjina. Okrog desetina prostorov presega 200 Bq/m³, dvajsetina pa 400 Bq/m³. Zato je potrebno celovito in strateško obravnavanje tega področja, ki poleg zdravstvenih vidikov upošteva tudi ekonomske, socialne, gradbene, okoljske in izobraževalne vidike.

NAMEN. Obravnavati tudi ekonomski vidik in potrditi, da so ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti radonu, kot so redno prezračevanje prostorov, skrajšanje časa v njih ali gradbena sanacija delov objekta upravičeni tudi pri vsebnosti radona v zraku, znatno nižji od 1000 Bq/m³.

METODE. Primerjati verjetnosti za pljučnega raka iz literature s sevalnimi obremenitvami, jih pretvoriti v ekonomsko škodo ali stroške ter dokazati upravičenost rednega prezračevanja in gradbenih posegov za znižanje povprečne vsebnosti radona v bivalnih ali delovnih prostorih.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Škodljivost radona za zdravje vključno s tveganjem za pljučnega raka, stroški zdravljenja in poslabšanje kakovosti življenja je ocenjena v razponu med 100 in 5000 evrov pri sevalni obremenitvi 1 mSv, kar je pri sedanjih metodologiji izračuna efektivnih doz enakovredno izpostavljenosti povprečni letni vsebnosti radona okrog 70 Bq/m³. Pri vsebnosti radona 1000 Bq/m³ in času 2000 ur na delovnem mestu je efektivna doza za posameznika 6 mSv, kar je enakovredno zdravstveni škodi med 600 in 30.000 evri. Če svoje zdravje cenimo na 1000 €/mSv, se strošek sanacije okrog 5000 evrov povrne že po enem letu. Če je v prostoru več ljudi (na primer večje pisarne, delavnice, učilnice, igralnice), se strošek povrne že znatno prej.

Pri vsebnosti radona 300 Bq/m³ v 7000 urah doma pa je efektivna doza okrog 4,5 mSv. Če vsebnost radona znižamo pod 100 Bq/m³, zmanjšamo zdravstveno škodo za okrog 3000 evrov letno. Strošek sanacije okrog 5000 evrov se povrne prej kot v dveh letih. Ti izračuni veljajo za nekadilce. Prenehanje kajenja tobaka je najučinkovitejši ukrep za zmanjšanje tveganja za nastanek pljučnega raka.

SKLEP. Ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti radonu, kot so redno prezračevanje prostorov, skrajšanje časa v njih ali učinkovita gradbena sanacija objekta, so upravičeni tudi pri vsebnosti radona v zraku, znatno nižji od 1000 Bq/m³. Opozorilna raven 300 Bq/m³ je sedaj optimalna vrednost za ukrepe, ki zmanjšajo verjetnost za nastanek pljučnega raka.

LITERATURA.

- UNSCEAR 2006 Report, Annex E:
https://www.unscear.org/docs/publications/2006/UNSCEAR_2006_Annex-E-CORR.pdf
- UNSCEAR 1982 Report: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/1982.html>
- Darby et al., 2005: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*, 330(7485): 223-227.
- ICRP Publication No. 126, 2014: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_43_3
- Uredba o nacionalnem radonskem programu (Ur.l. RS, št. 18/18):
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7606>
- EU Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation:
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF>
- WHO Handbook on Indoor Radon, 2009:
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf;jsessionid=1E253EBF7E2F668055A29F58C608B0BB?sequence=1

1.4**RADON HEALTH RISK AND MITIGATION**

Dr. Tomaž ŠUTEJ, Slovenian Radiation Protection Administration, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *radon, lung cancer, ventilation, mitigation*

Radon and its short-lived radioactive decay products in air induce the highest exposure of population to natural ionising radiation. Approximate one tenth of lung cancers are caused by inhalation and deposition of radioactive isotopes of polonium, lead and bismuth in lungs. Despite better knowledge of physical and chemical properties of individual atoms the biological effects and health risks are not evaluated enough exactly because of complex environmental factors, especially smoking and aerosols. Risk factor is determined with radon exposure or effective dose (unit Sievert - Sv or J/kg). This contribution deals with economical point of view also. It is concluded, that preventive measures to reduce radon exposure, such as regular ventilation, shortening of occupational time or mitigation of buildings, are justified at radon concentrations considerably lower than 1000 Bq/m³.

INTRODUCTION. The largest proportion of population exposure to natural ionising radiation is induced by noble gas radon and above all by its short-lived radioactive decay products in air. Harmful effects of radon and its decay products have been known to some individual experts before the World War II. However, systematic studies were continuing after 1950 especially because of higher risk for lung cancer of miners. As late as 1980 the results of research roused interest of broader public (UNSCEAR Report 2006, Annex E; UNSCEAR Report 1982).

Despite better knowledge of physical and chemical properties of radon, polonium, lead and bismuth the biological effects and health risks for lung cancer are not yet evaluated exactly enough because of complex environmental factors, especially smoking and aerosols. Biological risk of ionising radiation is determined with exposure or effective dose (unit Sievert - Sv or J/kg). Important physical quantities are also exposure time (unit second – s or hour = 3600 s) and activity (unit Becquerel - Bq = s⁻¹). Human individuals are in average exposed to some millisieverts per year. Radon with its decay products contributes more than a half. This amounts to around 1.5 mSv per year in Slovenia. Input values are: dose conversion coefficient 2.6 nSv per Bq, breathing rate 0.8 m³ per hour in 7000 hours per year at average radon concentration 100 Bq/m³. Equilibrium factor between radon progenies and radon is supposed to be 0.4 (potential alpha energy).

Additional biological effects in lungs are caused by chemically active ionised radon progenies, unattached to aerosols in air. The consequence is higher risk to get lung cancer for guides in tourist caves or other underground workers. Dose conversion coefficient between 5 and 10 nSv/Bq and breathing rate 1.2 m³ per hour are proposed. Special attention is needed for smokers. Their risk to get lung cancer is approximately 25-times higher than for non-smokers (Darby et al., 2005). Dose conversion coefficient should be increased above 50 nSv per Bq at least.

Proportion of adult smokers is about one quarter of total adult population. International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 126, 2014) doesn't distinguish them from non-smokers. Therefore dose conversion factor is averaged to about 8 nSv/Bq. This is overestimated for non-smokers. On international level discussion about this is still going on. In Slovenia an increase of dose conversion coefficient is anticipated in the Article 4 of the Governmental Decree on the national radon programme (Off. Gazette, RS, 18/18). Implementation is suspended till 2021. Important economic consequences would be influenced to some employers (mines, tourist caves) by changing this coefficient. Number of underground workers should be doubled because of additional time limitations.

Measurements of radon concentrations in air are performed easier. Reference level for annual average indoor radon concentrations in workplaces and domestic dwellings is set to 300 Bq/m³. This is in accordance to the European Union Council Directive laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation (EU Council Directive 2013/59/Euratom). When this value is exceeded, additional measures are requested such as ventilation, shortening of occupational time or mitigation of buildings. World Health Organisation recommends

reference level such low as 100 Bq/m³ (WHO Handbook on Indoor Radon, 2009). It would make complications in Slovenia, because at least one third of dwelling or working places exceeds 100 Bq/m³. Approximately 10% of places exceed 200 Bq/m³ and 5% places exceed 400 Bq/m³, respectively. Therefore strategic and integrated national approach is necessary including health, economic, societal, construction, environmental and educational aspects.

AIM. Economical aspects of health detriment due to radiation exposure should be included to decision making process. The goal is to prove that reducing of radon exposure such as regular ventilation, time shortening or remediation are justified at radon concentrations considerably below 1000 Bq/m³.

METHOD. Comparison of lung cancer risks from literature with effective doses calculations due to radon exposure, perform cost-effectiveness analysis, and justify actions to reduce exposures with measures such as ventilation, time shortening or mitigation.

RESULTS AND DISCUSSION. Health effects of radon including lung cancer risk, health care costs and quality of life reduction are estimated to be in a range between 100 and 5000 € at effective dose of 1 mSv. According to current methodology of dose calculations a value of 1 mSv is equivalent to 70 Bq/m³ of domestic radon concentration, averaged during 7000 hours in a year. At the concentration of 1000 Bq/m³ and exposure time of 2000 hours on workplace the effective dose for individual is 6 mSv. This is equivalent to cost within a range between 600 in 30.000 € because of additional health risk. If our health worth 1000 € per mSv, mitigation cost about 5000 € is reimbursed in less than one year. If more people are placed in one room (larger offices, workshops, classrooms, kindergartens - for example), the cost of mitigation is reimbursed comparatively much faster.

At the exposure with 300 Bq/m³ in 7000 hours at home the effective dose amounts to about 4,5 mSv. If average radon concentration is reduced below 100 Bq/m³, health benefit increases for about 3000 € per year. Mitigation cost of about 5000 € against radon is reimbursed earlier than in two years. These calculations are valid for non-smokers only. Stop smoking of tobacco is the most efficient preventive measure to reduce risk against lung cancer.

CONCLUSION. Measures to reduce radon exposure such as ventilation, time shortening or building mitigation are justified at initial radon concentrations significantly lower than 1000 Bq/m³. Reference level of 300 Bq/m³ is at present optimal value to reduce lung cancer risk.

LITERATURE.

- UNSCEAR 2006 Report, Annex E:
https://www.unscear.org/docs/publications/2006/UNSCEAR_2006_Annex-E-CORR.pdf
- UNSCEAR 1982 Report: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/1982.html>
- Darby et al., 2005: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*, 330(7485): 223-227.
- ICRP Publication No. 126, 2014: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_43_3
- Uredba o nacionalnem radonskem programu (Ur.l. RS, št. 18/18):
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7606>
- EU Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation:
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF>
- WHO Handbook on Indoor Radon, 2009:
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf;jsessionid=1E253EBF7E2F668055A29F58C608B0BB?sequence=1

1.5**SKRB ZA OHRANJANJE IN KREPITEV ZDRAVJA OTROK IN MLADOSTNIKOV V ŠOLSKIH OBJEKTIH**

Mag. Simona URŠIČ, NIJZ, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: šola, krepitev zdravja, ureditev šolskih objektov

UVOD. Na naše zdravje in počutje vplivajo številni dejavniki: genetski, demografski, socio-ekonomski, način življenja, delovno okolje.

Pomembno vlogo odigrajo parametri fizičnega okolja (zrak, voda, tla, sevanja...). Pred negativnimi vplivi iz okolja želimo še posebej zaščititi otroke, saj so zaradi obdobja rasti in razvoja najbolj ranljivi.

V razvitem svetu zaradi sodobnega načina življenja tudi otroci in mladostniki vedno več časa preživijo v zaprtih prostorih, ob delovnikih veliko v prostorih šole (v povprečju 6-8 ur).

Ustrezno urejeni šolski objekti in spodbujanje zdravega življenjskega sloga v njih lahko hkrati služijo kot vzgled za ureditev ugodnejših bivalnih pogojev v domačem okolju.

NAMEN. Ustrezni materialno-tehnični pogoji predstavljajo temelj za varovanje in krepitev zdravja v šolskem objektu.

METODE. Pregled nekaterih osnovnih pogojev za ohranjanje zdravja otrok v šoli. Izbor temelji na:

- Izkušnjah in informacijah pridobljenih pri izvajanju pregledov šolskih objektov;
- Raziskavah, ki so potekale v šolah (npr. projekt InAirQ);
- Podanih mnenjih, nasvetih šolam glede izvedbe in opreme objektov (v preteklosti IVZ in zavodi za zdravstveno varstvo, danes NIJZ);
- Kazalnikih zdravja in ostalih podatkih o nekaterih zdravstvenih stanjih, pogostejših pri otrocih in mladostnikih ter njihovih poznanih dejavnikih tveganja.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Za ohranitev in krepitev zdravja otrok in mladostnikov je nujen celosten pristop:

- Predstavitev in spodbujanje življenjskega sloga, ki ohranja in krepi zdravje, v šolskem okolju, njegov prenos v domače okolje in vključitev v svoj lasten življenjski slog.
- Zagotavljanje primernih materialno-tehničnih pogojev v objektu šole in v njegovi okolici.

Na razvoj bolezenskega stanja seveda vplivajo različni faktorji. Prikazana je povezava nekaterih bolezenskih stanj z osnovnimi pogoji, ukrepi za zmanjšanje tveganja za njihov razvoj:

Debelost: Pri populaciji otrok s prekomerno telesno težo in debelostjo pričakujemo slabše zdravje in pričakovano življenjsko dobo. - Spodbujanje zdravega načina prehranjevanja in aktivnega življenjskega sloga pri vsem prebivalstvu začeni pri najmanjših.

Nalezljive bolezni: Obolevanje in odsotnost zaradi prebolevanja nalezljivih bolezni (npr. predvsem kapljične nalezljive bolezni v hladnem delu leta, izbruh črevesnih nalezljivih bolezni...). - Izvajanje ukrepov za preprečevanje širjenja povzročiteljev nalezljivih bolezni.

Zdravstvene težave povezane s prisotnostjo ostalih agensov: Pojav alergij, legioneloz, okužb s plesnimi itd., kot možna posledica prisotnosti agensov živalskega, rastlinskega izvora, kemikalij, razraščanja bakterij, plesni v prostorih šole. - Preprečevanje razraščanja škodljivih mikroorganizmov, odstranjevanje alergenov.

Nekatera obolenja dibal: Pojav bronhitisa, astme; na njihov razvoj vpliva tudi slaba kakovost zunanjega ali/in notranjega zraka (zlasti prisotnost vlage in plesni v objektu ter alergeni iz notranjosti ali okolice objekta). - Preprečevanje izpostavljenosti zraku slabe kakovosti in ustvarjanje pogojev za vzdrževanje ustrezne kakovosti zraka v notranjih prostorih.

Kožni rak in maligni melanom: Izpostavljenost sončnemu UV sevanju dokazano poveča tveganje za nastanek kožnega raka (tudi malignega melanoma), še zlasti, če smo mu prekomerno izpostavljeni v otroški dobi. - Preprečevanje prekomernega izpostavljanja sončnemu UV sevanju (osveščanje in dosledno izvajanje zaščitnih ukrepov v praksi).

Poškodbe: Nastanek poškodb (poškodbe so zlasti posledice padcev), odsotnost od pouka, možnost trajnih posledic. - Zagotavljanje varnega okolja v prostorih šole in okolici, osveščanje.

Okvare vida: Okvare vida (zlasti kratkovidnost). - Ustvarjanje pogojev za ohranjanje dobrega vida; redno vzpodbujanje kratkih odmorov za sprostitve oči.

Okvare sluha ter druge posledice izpostavljenosti hrupu: Prisotnost hrupa v šolskem okolju vpliva na učenje, sodelovanje, počutje in zdravje učencev in učiteljev, zmanjšuje možnost koncentracije. - Zmanjševanje hrupa s tehničnimi ukrepi (izbira lokacije, protihrupne ograje, izbira manj hrupnih naprav v šoli itd.) ter po potrebi dopolnjeno z organizacijskimi in pedagoškimi ukrepi.

SKLEP. Za krepitev in varovanje zdravja učencev v šolskem okolju je poleg optimalnega fizičnega okolja v objektu in okolici potrebno starostni stopnji primerno predstaviti aktivnosti in ukrepe, s katerimi ohranjamo in krepimo zdravje ter spodbujati njihovo izvajanje. Postanejo naj del življenjskega sloga otrok in mladostnikov ter njihovih družin.

LITERATURA.

- Vlada RS: Strategija za zdravje otrok in mladostnikov v povezavi z okoljem 2012-2020, Ljubljana 2012. Pridobljeno s spletne strani 22.8.2018:
http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javno_zdravje_2015/okolje_in_otroci/strategija_zdravje_otrok_040212.pdf
- Akcijski načrt za okolje in zdravje, Ljubljana 2015. Pridobljeno s spletne strani 22.8.2019:
http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javno_zdravje_2015/okolje_in_otroci/_akcijski_nacrt_strategija_okolje_in_otroci_090715_.pdf
- S. Jeram, Hrup in zdravje v osnovnih šolah in predstavitev rezultatov ankete. Pridobljeno s spletne strani 17.1.2018: <http://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/hrup>.
- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ):
<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

1.5**CHILD AND ADOLESCENT HEALTH PROTECTION AND PROMOTION IN SCHOOL FACILITIES**

Mag. Simona URŠIČ, NIJZ, National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *healthy school environment, primary schools, public health*

INTRODUCTION. Many factors affect our health and well-being: genetic, demographic, socio-economic, lifestyle, working environment.

The parameters of the physical environment (air, water, soil, radiation, etc.) play an important role. Especially we want to protect children from the adverse environmental impacts, as they are most vulnerable due to their growth and development. Due to the modern way of life children and adolescents in the developed world spend more and more time indoors and on working days a lot of time (on average 6-8 hours) in school facilities.

Appropriately organized school facilities which promote healthy lifestyles can also serve as a model for arranging more favorable living conditions in the home environment.

AIM. Appropriate material-technical conditions form the basis for the health protection and promotion in a school facility.

METHODS. An overview of some basic conditions for maintaining children's health at school. The selection is based on:

- Experience and information gained from conducting school facility inspections;
- School-based research (e.g. InAirQ project);
- Opinions and advice given to schools on the implementation and equipment of facilities (in the past by IVZ and regional Institutes of Health, today by NIJZ);
- Health indicators and other data on certain health conditions more common in children and adolescents and their known risk factors.

RESULTS AND DISCUSSION. In order to maintain and promote children's and adolescents' health, a holistic approach is necessary:

- Presenting and promoting a healthy lifestyle in the school environment and transferring it to the home environment and incorporating it into children's own lifestyle.
- Ensuring adequate material-technical conditions in and around the school facilities.

Some medical disorders and basic conditions and measures to reduce the risk of their development:

Obesity: We expect poorer health and lower life expectancy in a population of overweight and obese children. – Promotion of healthy eating habits and active lifestyles in the general population, starting with the youngest.

Communicable diseases: Incidence of and absence due to infectious diseases (e.g. mainly droplet-borne infectious diseases in the cold part of the year, outbreaks of gastro-intestinal infections...). - Implement measures to prevent the spread of infectious agents.

Health problems associated with the presence of other agents: The occurrence of allergies, legionellosis, mold infections, etc., as a possible consequence of the presence of agents of animal, plant origin, chemicals, bacterial overgrowth, mold on the premises of the school. - Prevention of harmful microorganisms overgrowth, removal of allergens.

Some respiratory disorders: Occurrence of bronchitis, asthma; their development is also affected by poor ambient or / and indoor air quality (especially the presence of moisture and mold in the building and allergens from inside or outside the building). - Prevent exposure to poor air quality and create conditions for maintaining adequate indoor air quality.

Skin cancer and malignant melanoma: Exposure to solar UV radiation has been shown to increase the risk of skin cancer (including malignant melanoma), especially when overexposed in childhood. - Prevention of overexposure to solar UV radiation (awareness-raising and consistent implementation of safety measures in practice).

Injuries: Occurrence of injuries (injuries are especially the consequences of falls), absence from classes, possibility of permanent consequences. - Ensuring a safe environment in the school premises and surroundings, raising awareness.

Visual impairment: Visual impairment (especially myopia). - Creating conditions for maintaining good vision; regularly taking short breaks to relax your eyes.

Hearing impairments and other consequences of exposure to noise: The presence of noise in the school environment affects the learning, participation, well-being and health of students and teachers, reducing the ability to concentrate. - Noise reduction through technical measures (location selection, noise barriers, selection of less noisy devices at school, etc.) and supplemented by organizational and pedagogical measures, where appropriate.

CONCLUSION. In order to promote and protect the health of pupils in the school environment, in addition to the optimal physical environment in the facility and surroundings, it is necessary to present (to the age appropriate) activities and measures to maintain and promote health and encourage their implementation. They should become part of the lifestyle of children and adolescents and their families.

LITERATURE.

- Vlada RS: Strategija za zdravje otrok in mladostnikov v povezavi z okoljem 2012-2020, Ljubljana 2012. Pridobljeno s spletne strani 22.8.2018:
http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javno_zdravje_2015/okolje_in_otroci/strategija_zdravje_otrok_040212.pdf
- Akcijski načrt za okolje in zdravje, Ljubljana 2015. Pridobljeno s spletne strani 22.8.2019:
http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javno_zdravje_2015/okolje_in_otroci/_akcijski_nacrt_strategija_okolje_in_otroci_090715_.pdf
- S. Jeram, Hrup in zdravje v osnovnih šolah in predstavitev rezultatov ankete. Pridobljeno s spletne strani 17.1.2018: <http://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/hrup>.
- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ):
<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

1.6**OGLJIKOV DIOKSID (CO₂) – INDIKATOR KAKOVOSTI ZRAKA V VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNIH USTANOVAH: STANJE V SLOVENIJI***An GALIČIČ, Natalija KRANJEC, Dr. Ivan ERŽEN, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija***Ključne besede:** *ogljikov dioksid, kakovost notranjega zraka, vzgojno-izobraževalne ustanove, počutje, zdravje*

UVOD. Otroci so glede vplivov onesnažil v zraku na zdravje obravnavani kot občutljivejša populacijska skupina (1,2). Prekomerno onesnažen zrak negativno vpliva na zdravje ljudi, saj povzroča obolenost in umrljivost (3). Pri otrocih se zaradi še razvijajočega imunskega sistema poveča možnost nastanka alergijske reakcije (4). Prekomerno onesnažen zrak v učilnicah je povezan tudi z neželenimi vplivi na produktivnost in uspešnost (4-8) ter absentizem učencev (9-11). Večina raziskav, katerih namen je bila opredelitev izpostavljenosti onesnaženemu zraku v šolah, je bila osredotočena na merjenje koncentracij ogljikovega dioksida (CO₂). CO₂ se, kljub temu da ga Svetovna zdravstvena organizacija ne opredeljuje kot onesnažilo (12), uporablja kot indikator kakovosti zraka v prostoru, zlasti za plinasta onesnažila, saj visoke vrednosti CO₂ kažejo na slabo prezračevanje prostora in posledično kopičenje onesnažil v prostoru (13,14). Visoke vsebnosti CO₂ pa so povezane z utrujenostjo, motnjami zbranosti in pozornosti ter glavoboli (15).

NAMEN. Namen prispevka je pregled raziskav, ki so spremljale vrednosti CO₂ v slovenskih vzgojno-izobraževalnih ustanovah, jih vrednotiti in primerjati s stanjem v drugih evropskih državah.

METODE. V prvem koraku smo izvedli pregled literature obravnavane problematike za slovenski in evropski prostor. V drugem koraku smo vrednosti CO₂, ki so bile ugotovljene v slovenskih vzgojno-izobraževalnih ustanovah, vrednotili z nacionalno zakonodajo in priporočeno vrednostjo iz znanstvenih prispevkov. V tretjem koraku smo primerjali vrednosti CO₂ slovenskih z evropskimi vzgojno-izobraževalnimi ustanovami.

REZULTATI IN RAZPRAVA. V zadnjih letih so bile v slovenskih vzgojno-izobraževalnih ustanovah izvedene tri raziskave, v sklopu katerih so izvajali meritve vrednosti CO₂ (16-18). Raziskava Pirc (16) (2 vrtca – montažno in klasično grajen vrtec, pomlad 2013) je pokazala, da je bila najnižja povprečna dopoldanska vrednost CO₂ za klasični vrtec 1600 ppm, za montažni vrtec pa 600 ppm, med tem ko je najvišja povprečna dopoldanska vrednost CO₂ za klasično grajen vrtec znašala 2700 ppm in montažni vrtec 2400 ppm. Povprečna vrednost CO₂ vseh igralnic v raziskavi Pajek (17) (24 igralnic iz 18 vrtcev MO Ljubljana, pomlad 2013) je znašala 1460 ppm, najnižja povprečna vrednost CO₂ za posamezno igralnico v enem dopoldnevu je znašala 628 ppm, najvišja pa 2584 ppm. Povprečne tedenske vrednosti CO₂ za učilnice v raziskavi InAirQ (18) (12 učilnic različnih OŠ, ogrevalna sezona 2017/18) so znašale od 887 ppm do 1826 ppm.

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (19) za CO₂ predpisuje dopustno vrednost 3000 mg/m³ (=1667 ppm). Rezultati raziskave Pirc (16) kažejo, da najnižje povprečne vrednosti niso presežale zakonske dopustne vrednosti, medtem ko je bila ta vrednost presežena v eni tretjini igralnic (8 od 24) v raziskavi Pajek (17) in v 1 od 12 učilnic v raziskavi InAirQ (18). Priporočena vrednost CO₂ za dolgotrajno izpostavljenost po priporočilih znanstvenih prispevkov (14,20), ki je določena na podlagi bistveno zmanjšane sposobnosti pomnjenja in zmanjšanje produktivnosti, znaša 1000 ppm ter je tako nižja od dopustne vrednosti nacionalne zakonodaje. V raziskavi Pirc (16) priporočena vrednost ni bila presežena le v primeru najnižje povprečne vrednosti za igralnico v montažnem vrtcu. V raziskavi Pajek (17) je bila priporočena vrednost presežena v 83 % igralnicah (20 od 24), ravno tako je bila ta vrednost presežena v 83 % učilnicah (10 od 12) v raziskavi InAirQ (18).

Presežena priporočena vrednost je bila poleg Slovenije ugotovljena tudi v učilnicah v različnih delih Evrope: v Skandinaviji (21), Nemčiji (22), Italiji (23), Srbiji (24) in Grčiji (25). Rezultati vseevropske raziskave s 300 vključenimi osnovnimi šolami so pokazali povprečno vrednost CO₂ 1433 ppm (min. 269 ppm, max. 4960 ppm) (26).

SKLEP. Rezultati raziskav kažejo potrebo po izboljšanju kakovosti zraka v slovenskih vzgojno-izobraževalnih ustanovah in sprejemu učinkovitih ukrepov za doseganje le-tega. Glede na podnebne značilnosti Slovenije učinkovit ukrep lahko predstavlja naravno prezračevanje, katerega bi bilo potrebno natančneje ovrednotiti in optimizirati.

LITERATURA.

1. Dunnill MS. Quantitative methods in the study of pulmonary pathology. *Thorax* 1962; 17: 320–8.
2. Selgrade MK, Plopper CG, Gilmour MI, Conolly RB, Foos BS. Assessing the health effects and risks associated with children's inhalation exposures—asthma and allergy. *J Toxicol Environ Health A* 2008; 71: 196–207.
3. Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
4. Bakó-Biró Z, Clements-Croome DJ, Kochhar N, Awbi HB, Williams MJ. Ventilation rates in schools and pupils' performance. *Build Environ* 2012; 48: 215–23.
5. Wargocki P, Wyon D. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Res* 2007a; 13: 193–220.
6. Wargocki P, Wyon D. The effects of outdoor air supply rate and supply air filter condition in classrooms on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Res* 2007b; 13: 165–91.
7. Haverinen-Shaughnessy U, Moschandreas DJ, Shaughnessy RJ. Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. *Indoor Air* 2011; 21(2): 121–31.
8. Petersen S, Jensen K, Pedersen A, Rasmussen H. The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO₂ concentration on the performance of schoolwork by children. *Indoor Air* 2016; 26(3): 366–79.
9. Shendell D, Prill R, Fisk W, Apte M, Blake D, Faulkner D. Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air* 2004; 14: 333–41.
10. Simons E, Hwang S, Fitzgerald EF, Kielb C, Lin S. The impact of school building conditions on student absenteeism in upstate New York, *Am J Public Health* 2010; 100: 1679–86.
11. Mendell MJ, Eliseeva EA, Davies MM, Spears M, Lobscheid A, Fisk WJ, Apte MG. Association of classroom ventilation with reduced illness absence: a prospective study in California elementary schools. *Indoor Air* 2013; 23: 515–28.
12. Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.
13. Chatzidiakou L, Mumovic D, Summerfield A. Is CO₂ a good proxy for indoor air quality in classrooms? Part 1: the interrelationships between thermal conditions, CO₂ levels, ventilation rates and selected indoor pollutants. *Build Serv Eng Res Technol* 2015; 36: 129–61.
14. Salthammer T, Uhde E, Schripp T, Schieweck A, Morawska L, Mazaheri M, et al. Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. *Environ Int* 2016; 94: 196–210.
15. Wisconsin department of health services. Carbon Dioxide. 2018. <https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/carbondioxide.htm> (24. 08. 2019).
16. Pirc J. Study of indoor air quality in prefabricated and classically built kindergarten. Graduation thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 2014.
17. Pajek L. Integral evaluation of playroom comfort in children day care centers. Master of science thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 2015.

18. Kukec A, Uršič S. Rezultati meritev merjenja kakovosti zraka v okviru projekta. Delavnica v sklopu projekta Interreg CE InAirQ Kakovost zraka v notranjih prostorih, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, 18. 10. 2018.
19. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ).
20. Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, Fisk WJ. Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance. *Environ Health Perspect* 2012; 120(12): 1671–7.
21. Wyon D, Wargocki P, Toftum J and Clausen G. Classroom ventilation must be improved for better health and learning. *REHVA journal* 2010; 3: 12–6.
22. Fromme H, Heitmann D, Dietrich S, Schierl R, Korner W, Kiranoglu M, Zapf A, Twardella D. Air quality in schools — classroom levels of carbon dioxide (CO₂), volatile organic compounds (VOC), aldehydes, endotoxins and cat allergen. *Gesundheitswesen* 2008; 70: 88–97.
23. Stabile L, Dell'Isola M, Frattolillo A, Massimo A, Russia A. Effect of natural ventilation and manual airing on indoor air quality in naturally ventilated Italian classrooms. *Building and Environment* 2016; 98: 180–9.
24. Turanjanin V, Vutiaevec B, Jovanovic M, La Mirkov N, Lazovic I. Indoor CO₂ measurements in Serbian schools and ventilation rate calculation. *Energy* 2014; 77: 290–6.
25. Dorizas PV, Assimakopoulos MN, Helmis C, Santamouris M. An integrated study of the ventilation rate, the exposure and the indoor air quality in naturally ventilated classrooms in the Mediterranean region during spring. *Sci Total Environ* 2015; 502: 557–70.
26. European Commission (EC). SINPHONIE – Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe, Final Report. European Commission, Directorate General for Health and Consumers, 2014.

1.6

CARBON DIOXIDE (CO₂) – INDICATOR OF AIR QUALITY IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: THE STATE IN SLOVENIA

An GALIČIČ, Natalija KRANJEC, Dr. Ivan ERŽEN, National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *carbon dioxide, indoor air quality, educational institutions, well-being, health*

INTRODUCTION. Children are considered as a susceptible population group to the health effect of air pollution (1,2). Excessive air pollution has a negative impact on health, with increased morbidity and mortality (3). Due to still developing immune system, children are at higher risk for the development of allergic reactions (4). Excessive air pollution in classrooms is associated with decreased cognitive functions (4-8) and absenteeism among students (9-11). Most of the studies on air pollution exposure assessment in schools focused on measurements of carbon dioxide (CO₂). Even though World Health Organization (WHO) does not consider CO₂ as an air pollutant (12), it is considered as an indicator of indoor air quality, particularly for the gaseous pollutants, as increased levels of CO₂ indicate poor ventilation and consequently concentration of pollutants indoors (13,14). High CO₂ levels are associated with fatigue, decreased cognitive functions and headache (15).

AIM. Aim of this article is to review studies, which measured values of CO₂ levels in Slovenian educational institutions, to evaluate them and compare them with the situation in other European studies.

METHOD. In the first step, we implemented a literature review of the topic discussed for the Slovenian and for European area. In the second step, we evaluated CO₂ values as measured in the Slovenian educational institutions with the national legislation and recommended levels from scientific literature. In the third step, we compared Slovenian CO₂ values with values in other European educational facilities.

RESULTS AND DISCUSSION. In the recent years in the Slovenian educational institutions, three studies with measurements of CO₂ were implemented (16-18). Pirc (16) (2 kindergartens – prefabricated and classically built kindergartens, spring 2013) observed the lowest average morning values of CO₂ for classically built kindergarten with 1600 ppm, and 600 ppm for prefabricated kindergarten and the highest average morning values for classically built kindergarten 2700 ppm and for refabricated kindergarten 2400 ppm. Average CO₂ value in all playrooms in study Pajek (17) (24 playrooms from 18 kindergartens in Municipality of Ljubljana, spring 2013) was 1460 ppm, the lowest average value of CO₂ for each individual playroom on single morning was 628 ppm and the highest average 2584ppm. Average weekly values in the classrooms in the study InAirQ (18) (12 classrooms of different primary schools, heating season 2017/18) were from 887 ppm to 1826 ppm.

Rules on the ventilation and air-conditioning of buildings (19) for CO₂ enact admissible values of 3000 mg/m³ (=1667 ppm). Results from the study Pirc (16) show, that the lowest average values did not exceed permissible legal values, while these values were exceeded in on third of playrooms (8 out of 24) in the study Pajek (17) and in one out of 12 classrooms in the study InAirQ (18). Recommended CO₂ value for the long-term exposure under recommendations from scientific literature (14,20), based on the adverse cognitive effects, is 1000 ppm and is as such lower than the permissible legal value. In the study Pirc (16) recommended value was not exceeded only in the case of the lowest average value for the playroom in the prefabricated kindergarten. In the study Pajek (17) recommended value was exceeded in 83 % of playrooms (20 out of 24), as well as in 83 % of classrooms (10 out of 129 in the study InAirQ (18).

Exceeded recommended value was also observed in the classrooms in the different parts of Europe: in Scandinavia (21), Germany (22), Italy (23), Serbia (24) and Greece (25). The results of all European study with 300 primary schools showed an average CO₂ value of 1433 ppm (min. 269 ppm, max. 4960 ppm) (26).

CONCLUSION. Results from the evaluated studies show a need for the improvement of air quality in the Slovenian educational institutions and acknowledgment of adequate abatement measures. Concerning the Slovenian climate

characteristics adequate abatement measure could be natural ventilation, which should be adequately evaluated and optimized.

LITERATURE.

1. Dunnill MS. Quantitative methods in the study of pulmonary pathology. *Thorax* 1962; 17: 320–8.
2. Selgrade MK, Plopper CG, Gilmour MI, Conolly RB, Foos BS. Assessing the health effects and risks associated with children's inhalation exposures—asthma and allergy. *J Toxicol Environ Health A* 2008; 71: 196–207.
3. Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
4. Bakó-Biró Z, Clements-Croome DJ, Kochhar N, Awbi HB, Williams MJ. Ventilation rates in schools and pupils' performance. *Build Environ* 2012; 48: 215–23.
5. Wargocki P, Wyon D. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Res* 2007a; 13: 193–220.
6. Wargocki P, Wyon D. The effects of outdoor air supply rate and supply air filter condition in classrooms on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Res* 2007b; 13: 165–91.
7. Haverinen-Shaughnessy U, Moschandreas DJ, Shaughnessy RJ. Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. *Indoor Air* 2011; 21(2): 121–31.
8. Petersen S, Jensen K, Pedersen A, Rasmussen H. The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO₂ concentration on the performance of schoolwork by children. *Indoor Air* 2016; 26(3): 366–79.
9. Shendell D, Prill R, Fisk W, Apte M, Blake D, Faulkner D. Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air* 2004; 14: 333–41.
10. Simons E, Hwang S, Fitzgerald EF, Kielb C, Lin S. The impact of school building conditions on student absenteeism in upstate New York, *Am J Public Health* 2010; 100: 1679–86.
11. Mendell MJ, Eliseeva EA, Davies MM, Spears M, Lobscheid A, Fisk WJ Apte MG. Association of classroom ventilation with reduced illness absence: a prospective study in California elementary schools. *Indoor Air* 2013; 23: 515–28.
12. Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.
13. Chatzidiakou L, Mumovic D, Summerfield A. Is CO₂ a good proxy for indoor air quality in classrooms? Part 1: the interrelationships between thermal conditions, CO₂ levels, ventilation rates and selected indoor pollutants. *Build Serv Eng Res Technol* 2015; 36: 129–61.
14. Salthammer T, Uhde E, Schripp T, Schieweck A, Morawska L, Mazaheri M, et al. Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. *Environ Int* 2016; 94: 196–210.
15. Wisconsin department of health services. Carbon Dioxide. 2018. <https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/carbondioxide.htm> (24. 08. 2019).
16. Pirc J. Study of indoor air quality in prefabricated and classically built kindergarten. Graduation thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 2014.
17. Pajek L. Integral evaluation of playroom comfort in children day care centers. Master of science thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 2015.
18. Kukec A, Uršič S. Rezultati meritev merjenja kakovosti zraka v okviru projekta. Delavnica v sklopu projekta Interreg CE InAirQ Kakovost zraka v notranjih prostorih, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, 18. 10. 2018.

19. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ).
20. Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, Fisk WJ. Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance. *Environ Health Perspect* 2012; 120(12): 1671–7.
21. Wyon D, Wargoeki P, Toftum J and Clausen G. Classroom ventilation must be improved for better health and learning. *REHVA journal* 2010; 3: 12–6.
22. Fromme H, Heitmann D, Dietrich S, Schierl R, Korner W, Kiranoglu M, Zapf A, Twardella D. Air quality in schools — classroom levels of carbon dioxide (CO₂), volatile organic compounds (VOC), aldehydes, endotoxins and cat allergen. *Gesundheitswesen* 2008; 70: 88–97.
23. Stabile L, Dell'Isola M, Frattolillo A, Massimo A, Russia A. Effect of natural ventilation and manual airing on indoor air quality in naturally ventilated Italian classrooms. *Building and Environment* 2016; 98: 180–9.
24. Turanjanin V, Vutiaevec B, Jovanovic M, La Mirkov N, Lazovic I. Indoor CO₂ measurements in Serbian schools and ventilation rate calculation. *Energy* 2014; 77: 290–6.
25. Dorizas PV, Assimakopoulos MN, Helmis C, Santamouris M. An integrated study of the ventilation rate, the exposure and the indoor air quality in naturally ventilated classrooms in the Mediterranean region during spring. *Sci Total Environ* 2015; 502: 557–70.
26. European Commission (EC). SINPHONIE – Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe, Final Report. European Commission, Directorate General for Health and Consumers, 2014.

1.7

PRISOTNOST MIKROORGANIZMOV, ČRNEGA OGLJIKA IN OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V NOTRANJEM ZRAKU V OPAZOVANIH VRTCIH

Tanja REJČ¹, Dr. Andreja KUKEČ^{1,2}, Dr. Karmen GODIČ TORČAR³, Dr. Mirko BIZJAK⁴, ¹Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ³Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana, Slovenija, ⁴Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *kakovost notranjega zraka, mikroorganizmi v notranjem zraku, črni ogljik, ogljikov dioksid*

UVOD. Kakovost notranjega zraka pomembno vpliva na naše zdravje, saj zaradi sodobnega načina življenja preživimo veliko časa v zaprtih prostorih. Kakovost notranjega zraka je odvisna od prisotnosti kemičnih, bioloških ter fizikalnih dejavnikov. Z zrakom se v obliki bioaerosola prenašajo številni mikroorganizmi, ki lahko predstavljajo vir okužbe. Črni ogljik lahko, kot pomembno onesnaževalo ozračja, vpliva na klimatske spremembe v okolju. V bivalnih prostorih pa predstavlja dejavnik tveganja predvsem pri obolenjih dihalnega sistema ter kardiovaskularnih boleznih. Visoke koncentracije ogljikovega dioksida v notranjem zraku vplivajo na slabše počutje, zmanjšajo možnost koncentracije ter vplivajo na učno uspešnost učencev.

NAMEN. Oceniti koncentracije mikroorganizmov, črnega ogljika in ogljikovega dioksida v notranjem in zunanjem zraku dveh vrtcev v Zasavju v vseh štirih letnih sezonah.

METODE. Za mikrobiološke preiskave smo zrak, z aktivnim načinom vzorčenja, vzorčili trikrat v vsaki sezoni, v dopoldanskem in popoldanskem času. Istočasno z mikrobiološkimi meritvami, smo izmerili tudi koncentracije CO₂. Meritve črnega ogljika v notranjem zraku smo izvedli enkrat v vsakem sezonskem obdobju, vsaka meritev je trajala od 5 do 7 dni, pri čemer smo vsaj eno uro merili tudi koncentracije v zunanjem zraku. Spremljali smo tudi temperaturo in relativno zračno vlago, število oseb v prostoru, način prezračevanja, strukturo, stanje, starost in druge značilnosti stavbe.

REZULTATI IN RAZPRAVA. V notranjem, kot tudi v zunanjem zraku smo ugotovili značilne razlike v povprečnih koncentracijah posameznih vrst mikroorganizmov med sezonami. Povprečna koncentracija skupnega števila mikroorganizmov je bila, razen poleti, skozi celotno leto višja v notranjem zraku (skupno povprečje: 1408 cfu/m³) v primerjavi z zunanjim zrakom (skupno povprečje: 676 cfu/m³), kar je lahko posledica manj pogostega zračenja prostorov v hladnejših letnih časih ter višjega števila oseb v prostoru. Število in aktivnost oseb v prostoru, higiena prostora ter prisotnosti nalezljivih bolezni med osebami v prostorih lahko močno vplivajo na koncentracije določenih vrst mikroorganizmov v notranjem zraku. Koncentracije gliv so bile spomladi, poleti in jeseni od 1.3- do 1.5-krat višje v zunanjem zraku, medtem ko so bile koncentracije v zimskem času v notranjem in zunanjem zraku precej podobne, kar kaže, da v prostorih niso bili prisotni viri gliv, ki bi prispevali k višjim koncentracijam v notranjem zraku. V obeh vrtcih je bilo povprečno število gliv v notranjem zraku najvišje poleti, kar je lahko posledica ugodnejših pogojev za rast in prenašanje spor po zraku v primerjavi z ostalimi letnimi časi. Največkrat smo ugotovili prisotnost vrst rodov *Cladosporium* (v 84 %), *Penicillium* (70 %) in *Aspergillus* (61 %), ki lahko prispevajo k nastanku sindroma bolnih stavb ter povzročajo številne alergijske in respiratorne težave.

Povprečne koncentracije črnega ogljika v notranjem in zunanjem zraku so bile v obeh vrtcih najvišje v zimskem času (920 ng/m³), najnižje pa spomladi (608 ng/m³), k čemur pripomorejo geografske značilnosti pokrajine, visoka poraba lesne biomase za ogrevanje ter značilnosti ozračja v hladnejših mesecih (toplotna inverzija). Najnižje koncentracije črnega ogljika so bile v času vikendov in ponoči, kadar je manj izpustov delcev v ozračje zaradi ogrevanja in prometa. Najvišja povprečna koncentracija CO₂ (1716 ppm) v notranjem zraku je bila spomladi, vendar se ni veliko razlikovala od povprečja izmerjenih koncentracij v zimskem času (1708 ppm). Najvišja izmerjena koncentracija CO₂ je bila 2570 ppm. Razen treh izmerjenih koncentracij, so vse koncentracije presegle vrednost 1000 ppm, ki jo Ameriško društvo inženirjev za ogrevanje, hlajenje in klimatizacijo (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) priporoča kot najvišjo dovoljeno vrednost.

SKLEP. Določene parametre kakovosti notranjega zraka je zaradi pomanjkanja ustreznih zakonskih predpisov težko enotno spremljati in vrednotiti.

Za zagotavljanje primerne kakovosti notranjega zraka moramo biti pozorni na ustrezno načrtovanje in gradnjo stavb, pravilno, redno in učinkovito prezračevanje prostorov ter na vzdrževanje ustrezne relativne zračne vlage in higijene prostorov.

LITERATURA:

- Bako-Biro ZS, Clements-Croome DJ, Kochhara N, Awbia HB, Williams MJ. 2011. Ventilation rates in school and pupils performance. *Build Environ.* 48:215–223. doi:10.1016/j.buildenv.2011.08.018.
- Burge PS. 2004. Sick building syndrome. *Occupat Environ Med.* 61(2):185–190. doi:10.1136/oem.2003.008813.
- Di Giulio M, Grande R, Campi E, Bartolomeo S, Cellini L. 2009. Indoor air quality in university environments. *Environ Monit Assess.* 170(1–4):509–517. doi:10.1007/s10661-009-1252-7.
- Gorny RL. 2004. Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air – a review. *Ann Agric Environ.* 11(2):185–197.
- Haas D, Habib J, Luxner J, Galler H, Zarfel G, Schlacher R, Friedl H, Reinthaler FF. 2014. Comparison of background levels of culturable fungal spore concentrations in indoor and outdoor air in southeastern Austria. *Atmos Environ.* 98:640–647. doi:10.1016/j.atmosenv.2014.09.039.
- Hayleeyesus SF, Manaye AM. 2014. Microbiological quality of indoor air in university libraries. *Asian Pac J Trop Biomed.* 4(1):312–317. doi:10.12980/APJTB.4.2014C807.
- Hospodsky D, Qian J, Nazaroff WW, Yamamoto N, Bibby K, Rismani-Yazdi H, Peccia J. 2012. Human occupancy as a source of indoor airborne bacteria. *PLoS One.* 7(4):e34867. doi:10.1371/journal.pone.0034867.
- Jaakola JJ, Miettinen P. 1995. Ventilation rate in office buildings and sick building syndrome. *Occup Environ Med.* 52(11):709–714. doi:10.1136/oem.52.11.709.
- Kukec A, Zaletel-Kragelj L, Farkaš-Lainščak J, Eržen I, Herakovič A, Božnar MZ, Mlakar P, Grašič B, Zadnik V, 2014. Health geography in case of Zasavje: Linking of atmospheric air pollution and respiratory diseases data. *Acta Geograph Sloven.* 54(2): 345–362. doi:http://dx.doi.org/10.3986/AGS54208
- Prussin AJ, Marr L. 2015. Sources of airborne microorganisms in the built environment. *Microbiome.* 3(1):1–10. doi:10.1186/s40168-015-0144-z.
- World Health Organisation. 2009. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen (Denmark):WHO Regional Office for Europe. accessed 2017 Apr 11
- Yassin M, Almouqatea S. 2010. Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. *Int J Environ Sci Tech.* 7(3):535–544. doi:10.1007/BF03326162.

1.7

PRESENCE OF MICROORGANISMS, BLACK CARBON AND CARBON DIOXIDE IN THE INDOOR AIR OF KINDERGARTENS

Tanja REJČ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Dr. Karmen GODIČ TORKAR³, Dr. Mirko BIZJAK⁴, ¹University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia, ²National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ³University of Ljubljana, Faculty of Health, Ljubljana, Slovenia, ⁴Environmental Agency of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia,

Keywords: *indoor air quality, microorganisms in indoor air, black carbon, carbon dioxide*

INTRODUCTION. Nowadays, we spend most of our time in indoor environments, therefore the quality of indoor air plays an important role in maintaining the health and well-being. Indoor air quality depends on chemical, biological and physical pollutants. Several different pathogen microorganisms can be transmitted through the air in the form of bioaerosols. In indoor air can black carbon particles cause respiratory and cardiovascular system diseases, while in environment it also contributes to global warming. High concentration of carbon dioxide in indoor air can cause malaise, headaches, reduced ability to concentrate and can affect the academic achievement of pupils.

AIM. The aim of our study was to quantify and evaluate the concentrations of microorganisms, CO₂ and black carbon particles in indoor and outdoor air of two kindergartens in Zasavje during all four seasons.

METHOD. Microbiological samples were taken three times in each season in the morning and afternoon with active air sampler. Simultaneously with microbiological sampling, concentrations of CO₂ were measured. Sampling for black carbon particles in the air was performed once per season in each kindergarten, continuously for 5–7 days in indoor and approximately one hour a day in outdoor air. The air temperature and relative humidity was measured each time, the number of people in the rooms, ventilation and heating system features, structure, state, age and other characteristics of buildings were also recorded.

RESULTS AND DISCUSSION. Concentrations of individual type of microorganisms in the air significant differed regarding to each season. The concentration of total number of microorganisms was higher indoors (total average: 1408 cfu/m³) compared to outdoors (total average: 676 cfu/m³) in all seasons except in the summer, which can be due to less-frequent ventilation of the rooms and higher human occupancy. Human occupancy and activity, room hygiene and the presence of certain infectious diseases amongst individuals in the rooms strongly shapes the microbiome of indoor air. Concentrations of fungi were in spring, summer and autumn 1.3 - 1.5 times higher outdoors compared to indoors, whereas the concentrations in indoor and outdoor air in winter were very similar. This indicates that there were no sources of fungi in playrooms which could contribute to higher concentrations in the indoor air. In both kindergartens, the average concentration of fungi in indoor air was the highest during summer, which may be the consequence of more favourable conditions for the growth and transmission of airborne spores compared to other seasons. Most common detected fungi were *Cladosporium* spp. in 84 %, *Penicillium* spp. in 70 % and *Aspergillus* spp. in 61 % of the samples. These strains have been commonly reported by other researchers as contributors to sick building syndrome and cause of many allergy and respiratory problems. Average concentrations of black carbon in indoor and outdoor air were in both kindergartens the highest in winter (920 ng/m³) and the lowest in spring (608 ng/m³), geographical features of the landscape, use of biomass for heating and the atmospheres characteristics (thermal inversion) contribute to higher concentrations in colder months. The lowest concentrations of black carbon were found on weekends and at nights when there were fewer particulate emissions into the atmosphere due to heating and traffic. The highest average CO₂ concentration (1716 ppm) in indoor air was in the spring, but it did not differ much from the average concentration measured in winter (1708 ppm). Maximum concentration of CO₂ was 2570 ppm. Except for the three measured concentrations all other concentrations exceeded the limit of 1000 ppm, which is the maximum recommended concentration set by American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.

CONCLUSION. Due to the lack of appropriate legal regulations, certain indoor air quality parameters are difficult to monitor and evaluate uniformly. To ensure adequate indoor air quality in the rooms, buildings must be design and construct properly, ventilation of the rooms must be performed correctly, regularly and efficiently also relative humidity and hygiene of the rooms must be adequately maintained.

LITERATURE:

- Bako-Biro ZS, Clements-Croome DJ, Kochhara N, Awbia HB, Williams MJ. 2011. Ventilation rates in school and pupils performance. *Build Environ.* 48:215–223. doi:10.1016/j.buildenv.2011.08.018.
- Burge PS. 2004. Sick building syndrome. *Occupat Environ Med.* 61(2):185–190. doi:10.1136/oem.2003.008813.
- Di Giulio M, Grande R, Campi E, Bartolomeo S, Cellini L. 2009. Indoor air quality in university environments. *Environ Monit Assess.* 170(1–4):509–517. doi:10.1007/s10661-009-1252-7.
- Gorny RL. 2004. Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air – a review. *Ann Agric Environ.* 11(2):185–197.
- Haas D, Habib J, Luxner J, Galler H, Zarfel G, Schlacher R, Friedl H, Reinthaler FF. 2014. Comparison of background levels of culturable fungal spore concentrations in indoor and outdoor air in southeastern Austria. *Atmos Environ.* 98:640–647. doi:10.1016/j.atmosenv.2014.09.039.
- Hayleeyesus SF, Manaye AM. 2014. Microbiological quality of indoor air in university libraries. *Asian Pac J Trop Biomed.* 4(1):312–317. doi:10.12980/APJTB.4.2014C807.
- Hospodsky D, Qian J, Nazaroff WW, Yamamoto N, Bibby K, Rismani-Yazdi H, Peccia J. 2012. Human occupancy as a source of indoor airborne bacteria. *PLoS One.* 7(4):e34867. doi:10.1371/journal.pone.0034867.
- Jaakola JJ, Miettinen P. 1995. Ventilation rate in office buildings and sick building syndrome. *Occup Environ Med.* 52(11):709–714. doi:10.1136/oem.52.11.709.
- Kukec A, Zaletel-Kragelj L, Farkaš-Lainščak J, Eržen I, Herakovič A, Božnar MZ, Mlakar P, Grašič B, Zadnik V, 2014. Health geography in case of Zasavje: Linking of atmospheric air pollution and respiratory diseases data. *Acta Geograph Sloven.* 54(2): 345–362. doi:http://dx.doi.org/10.3986/AGS54208
- Prussin AJ, Marr L. 2015. Sources of airborne microorganisms in the built environment. *Microbiome.* 3(1):1–10. doi:10.1186/s40168-015-0144-z.
- World Health Organisation. 2009. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen (Denmark):WHO Regional Office for Europe. accessed 2017 Apr 11
- Yassin M, Almouqatea S. 2010. Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. *Int J Environ Sci Tech.* 7(3):535–544. doi:10.1007/BF03326162.

SKLOP 2: ARHITEKTURA / Section 2: Architecture

- | | | |
|-----|--------------------------------------|---|
| 2.1 | <i>Anja Jutraž</i> | KAKO LAHKO USTVARIMO ZDRAVO ŠOLSKO OKOLJE?
CELOSTNI PRISTOP K OBLIKOVANJU ŠOLSKIH
PROSTOROV
How can we create a healthy school environment? A holistic
approach to the design of school spaces |
| 2.2 | <i>Mateja Dojnak</i> | STRATEGIJA REŠEVANJA PROBLEMATIKE MOŽNEGA
VPLIVA GRADBENIH PROIZVODOV NA KAKOVOST
NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH
Problem-solving strategy for control and prevention of possible
influences of construction products on the indoor air quality in
schools |
| 2.3 | <i>Anja Jutraž
Andreja Kukec</i> | KAKOVOSTNA ZASNOVA NOTRANJEGA OKOLJA Z
VIDIKA VPLIVOV NA ZDRAVJE UPORABNIKOV –PRIKAZ
ŠTUDIJE PRIMERA
Quality indoor environment and user health impact – case study |
| 2.4 | <i>Peter Novak</i> | POMEN KVALITETNEGA PREZRAČEVANJA V ŠOLAH IN
VRTCIH
The importance of adequate ventilation in schools and
kindergartens |

2.1

KAKO LAHKO USTVARIMO ZDRAVO ŠOLSKO OKOLJE? CELOSTNI PRISTOP K OBLIKOVANJU ŠOLSKIH PROSTOROV

Dr. Anja JUTRAŽ, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *zdravo šolsko okolje, kakovost zraka v notranjih prostorih, osnovne šole, interdisciplinarno sodelovanje, javno zdravje*

UVOD. Izrednega pomena je, kako oblikujemo in vzdržujemo šolske prostore, saj je zasnovano za otroke, ki so najbolj ranljiva populacija. Poleg tega otroci preživijo v šoli v povprečju okoli 8 ur dnevno. Dobro šolsko okolje vpliva na različne dimenzije našega zdravja. Fizično okolje mora biti varno, prijazno in podpirati učenje. V celotnem življenjskem ciklu stavbe je treba upoštevati naslednje mikroklimatske parametre: hrup, osvetlitev, razporeditev prostorov, orientacijo v prostoru, toplotno udobje, kakovost zraka, opremo. Skozi celoten postopek oblikovanja šolskega okolja obstaja velika potreba po interdisciplinarnem sodelovanju med različnimi strokovnjaki. Običajno strokovnjaki za javno zdravje niso vključeni v ta postopek, vendar bi morali imeti tudi pomembno vlogo. Poleg tega je potrebno spremljati različne parametre od načrtovanja do faze vzdrževanja stavbe (na primer parametre kakovosti zraka v notranjih prostorih), poleg tega pa so potrebni tudi redni pregledi.

NAMEN: Glavni cilj raziskave je opredeliti pomen oblikovanja kakovostnega šolskega okolja za zdravje vseh uporabnikov (zaposlenih, učencev itd.). V tej raziskavi bomo ustvarili strategijo, kako oblikovati zdravo šolsko okolje z vidika javnega zdravja in arhitekture. Na koncu bomo podali smernice za načrtovanje novih šolskih objektov in za obnovo obstoječe stavbe.

METODE. Naša raziskava temelji na pregledu literature in referenčnih obiskih različnih osnovnih šol v Avstriji in na Finskem v letih 2017 in 2018.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Pri načrtovanju zdravega šolskega okolja je treba upoštevati različne elemente: postopek (postopek čiščenja, vzdrževanje, itd.), tehnične elemente (naravno prezračevanje, mehansko prezračevanje, pohišstvo, tla itd.), učni načrt in zakonodajo. Na podlagi referenčnih obiskov smo predlagali različne akcijske načrte, ki bi jih lahko izvajali tudi v drugih šolskih okoljih v Srednji Evropi.

SKLEP. Za zaključek je potreben celostni pristop pri načrtovanju šolskih stavb, ki temelji na interdisciplinarnem sodelovanju med različnimi deležniki, od načrtovalcev (arhitektov, inženirjev itd.) do strokovnjakov za javno zdravje. Posebno pozornost je treba nameniti tudi ozaveščanju o pomenu kakovosti zraka v notranjih prostorih.

2.1**HOW CAN WE CREATE A HEALTHY SCHOOL ENVIRONMENT? A HOLISTIC APPROACH TO THE DESIGN OF SCHOOL SPACES**

Dr. Anja JUTRAŽ, National Institute for Public Health, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *healthy school environment, indoor air quality, primary schools, interdisciplinary collaboration, public health*

INTRODUCTION. It is really important how we design and maintain school environment, as it is designed for kids, who are the most vulnerable population and kids spend in school on average around 8 hours per day. Good school environment influences different dimensions of our health. The physical environment must be safe, welcoming and support learning. Through the entire life cycle of the building following microclimate parameters have to be considered: noise, lightening, space distribution, orientation in the space, thermal comfort, air quality, furnishing. Through the entire design process of the school environment there is a big need for interdisciplinary collaboration between different experts. Usually public health experts are not involved in this process, but they should have also an important role. Moreover, monitoring of different parameters is needed from the planning to the maintenance phase (for example indoor air quality parameters), and also regular inspections are necessary.

AIM. The main aim is to define the importance of designing the quality-school environment for health of all users (employees, pupils, etc.). In this research we will create the strategy how to design healthy school environment from public health and architecture view. At the end we will provide guidelines for planning new school building and for renovating existing building.

METHODS. Our research was based on literature review and benchmark visits of different primary schools in Austria and Finland in 2018 and 2019.

RESULTS AND DISCUSSION. When designing healthy school environment different elements should be considered: process (cleaning process, maintenance, monitoring comprehensive approach), technical elements (natural ventilation, mechanical ventilation, furniture, flooring, etc.), curriculum and legislation. Based on benchmark visits we proposed different action plans which could be implemented also in other school environments in Central Europe.

CONCLUSION. To conclude, a holistic approach is needed in the planning process of school buildings, which is based on interdisciplinary collaboration between different stakeholders, from planners (architects, engineers etc.) to public health experts. Special attention should be paid also to awareness raising about importance of indoor air quality.

2.2

STRATEGIJA REŠEVANJA PROBLEMATIKE MOŽNEGA VPLIVA GRADBENIH PROIZVODOV NA KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH PROSTORIH*Dr. Mateja DOVJAK, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija***Ključne besede:** *reševanje problematike, gradbeni proizvodi, kakovost notranjega zraka, šolski prostori, zdravje*

UVOD. Obsežna prenova stavb v Sloveniji je rezultat številnih pravnih aktov, politik in strategij na področju energijske učinkovitosti in dosega blizu nič energijskih ter plus stavb. Fond stavb splošnega družbenega pomena, vključujoč stavbe za izobraževanje, je pogosto star in energijsko neučinkovit in s tem potreben celovite prenove. Trend današnjih prenov zahteva od deležnikov graditve stavb nagle odločitve, ki so pogosto zasnovane na podlagi ekonomskih interesov. V morfologiji načrtovanja graditve stavb z izborom gradbenih proizvodov, so zdravstveni in okoljevarstveni vidiki pogosto spregledani. Takšen pristop ima za posledice možen negativen vpliv na kakovost notranjega zraka in zdravje ter storilnost uporabnikov stavb.

NAMEN: Namen prispevka je izdelati strategijo reševanja problematike možnega vpliva gradbenih proizvodov na kakovost notranjega zraka s poudarkom na stavbah za izobraževanje.

METODE. Metodološki pristop je vključeval štiri faze. V fazi 1 smo opravili sistematičen pregled zakonskih zahtev in priporočil na področju zahtev za gradbene proizvode (GP). Faza 2 je vključevala pregled izbranih GP na trgu z izvedbo intervjujev izbranih deležnikov proizvodno-potrošnega cikla GP. V fazi 3 smo izvedli pregled raziskav na področju izbranih GP in možnega vpliva GP na zdravje. Na podlagi rezultatov smo izdelali strategijo reševanja problematike možnega vpliva gradbenih proizvodov na kakovost notranjega zraka s poudarkom na stavbah za izobraževanje (faza 4).

REZULTATI IN RAZPRAVA. Pregled zakonodajah zahtev je pokazal, da je varnost GP na mednarodnem zakonodajnem nivoju dobro regulirana, vendar so zahteve slabše implementirane na nacionalnem. Deležniki so slabo osveščeni o pravicah in obveznostih glede varnih GP. Rezultati pregleda raziskav so pokazali, da se vgradnja neustreznih GP pogosto odraži v možnem vplivu na zdravju in storilnosti uporabnikov.

SKLEP. Razvita metoda vključuje celoten življenjski cikel GP in zajame vse deležnike proizvodno-potrošnega cikla. Z vidika varovanja zdravja ranljivih skupin je osveščanje deležnikov v procesu graditve izobraževalnih objektov izrednega pomena.

2.2**PROBLEM-SOLVING STRATEGY FOR CONTROL AND PREVENTION OF POSSIBLE INFLUENCES OF CONSTRUCTION PRODUCTS ON THE INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOLS**

Dr. Mateja DOVJAK, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *problem solving, construction products, indoor air quality, school, health*

INTRODUCTION. Extensive building renovation in Slovenia presents a result of international and national legal acts, policies and strategies in the field of energy efficiency as well as attaining of nearly zero energy or even plus houses. Fond of public buildings, including educational facilities, is often old and energy-inefficient and thus need deep renovation. Current trend of refurbishment requires quick decision made by building stakeholders that are mainly based on economic interests. Therefore, in a process of building design with the selection of construction products, health and environmental aspects are often overlooked. Such approach often results in deteriorated indoor air quality and adverse health effects on building users.

AIM: The purpose of this paper is to develop a strategy of solving the potential impacts of construction products on indoor air quality with a focus on educational buildings.

METHOD. The methodological approach involved four phases. In phase 1, we conducted a systematic review of international and national legal requirements and recommendations in the field of construction product (CP). Phase 2 included an examination of selected CPs on the market by conducting interviews with selected stakeholders in the production and consumption cycle of CPs. In phase 3, a literature survey of possible impacts of CPs on health was carried out. Based on the results, a strategy of control and prevention of potential impacts of construction products on indoor air quality with a focus on educational buildings was developed (phase 4).

RESULTS AND DISCUSSION. A review of legislation showed that safety issues of constructional products are well defined on international level. Contrary, the requirements are poorly implemented on the national level. The awareness on the safety of construction products of all stakeholders that are involved in the process of building construction is insufficient. The results of literature review showed that any installation of unsafe or even dangerous construction products has a potential adverse health effects on building users and has to be prevented.

CONCLUSION. The developed strategy focuses on the entire life cycle of construction products and covers all stakeholders in the production-consumption cycle. In terms of health protection of vulnerable groups, raising the awareness of all stakeholders that are involved in the process of design of educational facilities is necessary.

2.3

KAKOVOSTNA ZASNOVA NOTRANJEGA OKOLJA Z VIDIKA VPLIVOV NA ZDRAVJE UPORABNIKOV – PRIKAZ ŠTUDIJE PRIMERA

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *kakovostno notranje okolje, mikroklima, kakovost notranjega zraka, zdravje uporabnikov, javno zdravje*

UVOD. Načrtovalci, investitorji in uporabniki se pri načrtovanju objektov večinoma ukvarjajo le z estetskimi in tehničnimi vprašanji (npr. izbira materialov, načini prezračevanja) ter se pri svojem delu ne zavedajo pomembnosti vpliva zasnove stavbe, izbire materialov itd. na zdravje uporabnikov. Kakovostno zasnovano notranje okolje z vidika vplivov na zdravje uporabnikov ni jasno opredeljeno in večinoma se s tem povezanimi vprašanji ukvarjajo šele uporabniki stavbe.

NAMEN: Prispevek temelji na študiji primera, in sicer na raziskavi “Super mikroklima v bivanjskem prostoru”, ki je bila izvedena leta 2015. Cilj je prikazati ustrezen pristop pri zagotavljanju kvalitetnega notranjega okolja.

METODE. Izvedenih je bilo 333 anket med opazovano populacijo (javnost in stroka) in 7 pol-strukturiranih intervjujev. S kvalitativno in kvantitativno presečno raziskavo smo želeli ugotoviti, koliko se ljudje zavedajo vpliva mikroklimе v prostoru, kjer delajo in bivajo, na njihovo počutje in zdravje in koliko so pripravljeni narediti za izboljšanje le-te. Ugotavljali smo povezavo med arhitekturno zasnovo stavbe ter zdravjem njenih uporabnikov (preučevanje različnih vidikov bivanjske mikroklimе, ki vpliva na zdravje človeka: izbira lokacije, materialov, načinov gradnje, kakovosti zraka in osvetlitve, toplotno in zvočno ugodje, razporeditev prostorov itd.).

REZULTATI IN RAZPRAVA. Ugotovili smo, da je večini vprašanih v njihovem bivalnem prostoru najpomembnejša vizualna povezanost z okolico, sledita zvočno in toplotno ugodje, nato ustrezna osvetlitev prostorov, najmanj pomembna pa jim je kakovost zraka. Več kot 80% opazovancev meni, da mikroklima (temperatura, vlaga, osvetlitev, kvaliteta zraka, izbira materialov ipd.) v njihovem bivalnem okolju pomembno vpliva na zdravje.

SKLEP. Potreben je celostni pristop pri načrtovanju kakovostnega notranjega okolja, ki temelji na interdisciplinarnem sodelovanju med različnimi deležniki, od načrtovalcev (arhitektov, inženirjev itd.) do strokovnjakov za javno zdravje. Le tako bo možno povezavo med arhitekturnimi elementi in njihovim vplivom na zdravje ustrezno implementirati v prakso (npr. ekonomski vidik je javnosti še vedno pomembnejši kot zdravje).

2.3**QUALITY INDOOR ENVIRONMENT AND USER HEALTH IMPACT – CASE STUDY**

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ² University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *quality indoor environment, microclimate, indoor air quality, user health, public health*

INTRODUCTION. Designers, investors and users are mostly concerned with aesthetic and technical issues (eg materials selection, ventilation methods), and are unaware of the importance of the impact of building design, materials selection, etc. on the health of users. The quality of the built environment is not clearly defined in terms of the health effects of users, and most of the related issues are addressed only by building users.

AIM: Research is based on the case study "Super Microclimate in Living Space" from 2015. The main aim is to show the strategy to design quality indoor environment.

METHOD. 333 surveys were conducted among the observational population (public and professional) and 7 semi-structured interviews. Through qualitative and quantitative cross-sectional research, we wanted to find out how many people are aware of the impact of the microclimate in living environment on their well-being and health and how much they are willing to do to improve it. We found a link between the architectural design of the building and the health of users (study of different aspects of microclimate parameters that affect human health: choice of location, materials, construction methods, air quality and lighting, thermal and sound comfort, layout of rooms, etc.)..

RESULTS AND DISCUSSION. We found that the more visual connection to the surrounding area is the most important element in their living environment, followed by sound and thermal comfort, followed by adequate illumination of the rooms, the least important is the indoor air quality. More than 80% of observers think that microclimate (temperature, humidity, lighting, air quality, choice of materials, etc.) in their living environment has a significant impact on their health.

CONCLUSION. A holistic approach is needed in planning a quality indoor environment, based on interdisciplinary collaboration between different stakeholders, from planners (architects, engineers, etc.) to public health professionals.

Only in this way can the link between architectural elements and their health effects be properly implemented (e.g. the economic aspect is still more important to the public than health).

2.4

POMEN KVALITETNEGA PREZRAČEVANJA V ŠOLAH IN VRTCIH

Peter NOVAK, AGREGAT d.o.o., Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: šole, vrtci, naravno prezračevanje, mehansko prezračevanje, kvalitetni notranji zrak

UVOD. Z vgradnjo sodobnega stavbnega pohištva v naših šolah in vrtcih (velja tako za novogradnje kot tudi za obnove, kjer se vgradi novo stavbno pohištvo) se doseže dobra zrakotesnost teh objektov in s tem postaja vzdrževanje ustreznosti kvalitete notranjega zraka vse večji izziv. Področje kvalitete notranjega zraka opredeljuje Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji (v nadaljevanju Pravilnik), ki je pri nas v veljavi od leta 2002. V njem so zapisane tiste osnovne zahteve za kvaliteto zraka, ki zaradi starosti dokumenta predstavljajo nek minimum, ki ga je potrebno zadostiti za normalno, zdravo bivanje in nemoten učni proces v vzgojno-varstvenih ustanovah.

NAMEN: Namen prispevka je predstaviti parametre kakovosti zraka kot jih opredeljuje Pravilnik ter predstaviti realne meritve nekaterih parametrov v praksi. Širši namen pa je tudi medsebojno primerjati različne tipe prezračevanja, ki so primerni za tovrstne objekte.

METODE. Teoretični del je povzet po Pravilniku, v praktičnem delu pa smo primerjali kakovost zraka (predvsem na podlagi meritev CO₂ in temperature) v učilnici z vgrajenim mehanskim prezračevanjem preko prezračevalne naprave in učilnico, kjer se prezračevanje vrši z odpiranjem oken. Obe učilnici sta znotraj iste šole, kjer je bila izvedena vgradnja več manjših centralnih prezračevalnih naprav le v nekaj učilnicah.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Pravilnik opredeljuje kakovost notranjega zraka s sledečimi parametri: temperatura, relativna vlažnost, občutek pretoka zraka, koncentracije različnih onesnaževal (CO₂, CO, trdni delci (predvsem PM₁₀), radon, formaldehid, amoniak, hlapne organske snovi in ozon) ter hrupnost. Obenem Pravilnik tudi definira minimalno izmenjavo zraka v prostoru in predpisuje minimalni termični izkoristek za prezračevalne naprave. Če na podlagi navedenih parametrov primerjamo učinkovitost naravnega prezračevanja z odpiranjem oken in mehanskega prezračevanja z uporabo prezračevalne naprave, opazimo sledeča odstopanja, kar potrjujejo tudi izvedene meritve:

- **Temperaturo zraka** lahko bistveno lažje nadziramo z uporabo prezračevalne naprave, saj smo pri odpiranju oken vezani na direkten vpliv zunanjih temperaturnih razmer. Ker v večjem delu leta niso tako idealne zunanje temperature, da bi si želeli odpirati okna v daljšem časovnem obdobju, je z vidika minimizacije izgube temperature pomembno okna odpirati dovolj pogosto a le za kratek čas. V šoli bi to v praksi pomenilo po vsaki šolski uri, za ne več kot 5 minut. V vrtcih, kjer ni tako pogoste periode zapuščenja prostorja, kot je to v primeru šole, je dovolj redno prezračevanje dosti večji izziv in pogosto povsem nemogoče brez bistvenega poslabšanja kvalitete zraka. Ker pa temperatura ni edini mejni faktor, ki nas pri odprtem oknu lahko moti (tu so predvsem tudi trdni delci v zunanjem zraku in zunanji hrup), je v določenih obdobjih lahko odpiranje oken tudi povsem odsvetovano (odvisno od lokacije objekta).
- **Relativna vlažnost** je v večji meri običajno posledica aktivnosti v prostorih šole ali vrtca. Na povišanje vlažnosti vpliva predvsem dihanje, v nekaterih prostorih pa tudi vlaga, ki je posledica priprave hrane, sproščanja iz akvarija, tuširanja in podobno. Z uporabo prezračevalne naprave se viški vlage nenehno odstranjujejo iz prostorov. Z usmerjenim gibanjem zraka pa tudi preprečujemo širjenje vlage v neustrezni smeri (enako velja tudi za mnoga druga onesnažila, ki se sproščajo znotraj objekta). Pri prezračevanju z odpiranjem oken se vlaga pogosto prekomerno zadržuje zaradi nerednega odpiranja oken.
- **Pretok zraka** občutimo predvsem pri odprtem oknu. Prezračevalni sistem je potrebno dimenzionirati tako, da ne povzroča gibanja zraka nad 0,2 m/s, kar že smatramo kot preprih.
- **Koncentracije onesnaževal** so pri prezračevanju z odpiranjem oken najpogosteje vsakodnevno presežene. Včasih narastejo tudi čez dvojno koncentracijo zgornje dopustne meje. To so potrdile tudi naše meritve na

primeru učilnice brez prezračevalnega sistema na OŠ Dolenjske Toplice. Pri uporabi ustreznega dimenzioniranega prezračevalnega sistema ostajajo koncentracije onesnaževal čez celoten dan znotraj dopustnih vrednosti, kot jih predpisuje Pravilnik. Slednje smo potrdili tudi z meritvami v učilnici z vgrajenim prezračevalnim sistemom na isti OŠ.

- **Hrup** iz okolice je pomemben parameter, na katerega nimamo veliko vpliva, če smo pri prezračevanju omejeni na odpiranje oken. Pri prezračevalnem sistemu pa je hrup iz okolice povsem eliminiran (v okviru zvočne izolativnosti objekta pri zaprtem stavbnem pohištvu). Bolj nas mora skrbeti hrupnost, ki ga znotraj objekta povzroča delovanje prezračevalnega sistema. Tu je izbira ustreznih (dovolj tihe) prezračevalnih naprav in uporaba ustreznih perifernih komponent (prezračevalni kanali, dušilci zvoka, rešetke in difuzorji) ključnega pomena za zagotavljanje dovolj tihega notranjega okolja, ki ne moti uporabnikov notranjih prostorov šol in vrtcev.
- **Raba energije** oz. neželena izguba energije med prezračevanjem je tudi pomemben vidik na katerega z odpiranjem oken ne moremo vplivati drugače, kot da okna v zimskem in poletnem obdobju ostanejo daljši čas zaprta, s čimer poslabšujemo kakovost zraka v notranjih prostorih. Prezračevalne naprave imajo po drugi strani predpisan minimalni izkoristek vračanja temperature odpadnega zraka preko toplotnega izmenjevalca, s čimer ohranjamo temperaturo notranjega okolja. Pravilnik predpisuje vsaj 65 % izkoristek prezračevalnih naprav, danes pa so na trgu tudi naprave z izkoristki nad 80 %.
- **Higiena v prezračevalnih sistemih** je za dolgoročno zagotavljanje kvalitete notranjega zraka ključnega pomena. Ta vidik je potrebno natanko preučiti pri zasnovi prezračevalnega sistema, v katerem je potrebno zagotoviti ustrezne revizije za čiščenje cevovodov, obenem pa umestiti prezračevalno napravo na lokacijo, ki je hkrati lahko dostopna za vzdrževanje in obenem ustrezno odmaknjena od zvočno najbolj občutljivih con. Vzdrževanje prezračevalnega sistema na kratki rok je v resnici omejeno le na redno menjavo filtrov v prezračevalni napravi (enkrat na približno 6 mesecev). Čiščenje cevovodov je potrebno izvajati na razmeroma dolgo periodo (enkrat na 6 do 8 let). Natančnejša priporočila glede vzdrževanja in čiščenja mora zagotoviti dobavitelj prezračevalne opreme.

SKLEP. Rezultati meritev in izkušnje zaposlenih v šolah in vrtcih kažejo zaskrbljujoče stanje kvalitete zraka v tovrstnih objektih. Ker tu ne gre le za kratkoročno izvajanje nekaterih programov za odrasle, pač pa za dolgotrajno bivanje (tudi več kot 8 ur dnevno) znotraj notranjih prostorov šol in vrtcev, ne smemo zanemariti vpliva na zdravje in učne sposobnosti, ki jih ima slaba kakovost notranjega zraka v teh prostorih. Neizvajanje meritev kakovosti zraka in nepoznavanje področja ne smejo biti izgovor za neizvajanje ukrepov, ki vodijo k boljši kakovosti zraka. Kar je možno takoj storiti in ni povezano s finančnim vložkom je osveščanje zaposlenih in uvedba rednega prezračevanja z odpiranjem oken. Ker pa v vseh zunanjih pogojih to ni možno, si je potrebno prizadevati za bolj celovito rešitev, ki odpravi celo paleto težav povezanih s premalo intenzivnim prezračevanjem. Ustreznega dimenzioniranega prezračevalnega sistema namreč odpravlja tako presežene koncentracije onesnaževal, ki jih generiramo z našo prisotnostjo (CO₂, VOC, vlaga, razne vonjave in podobno), raven radona, ki je bolj ali manj pereč problem odvisno od lokacije objekta, s filtracijo zunanjega zraka zagotavlja zdravo okolje z minimalnimi izgubami energije.

Če postavimo zdravje otrok na pomembno mesto na prioriteten lestvici odgovornih v vzgojno-varstvenih ustanovah in v širši javnosti, zahteva skrb za kvaliteto zraka v notranjih prostorih tovrstnih ustanov takojšnje ukrepanje.

2.4

THE IMPORTANCE OF ADEQUATE VENTILATION IN SCHOOLS AND KINDERGARTENS

Peter NOVAK, Agregat d.o.o., Ljubljana, Slovenia

Keywords: *schools, kindergarten, natural ventilation, mechanical ventilation, indoor air quality*

INTRODUCTION. The result of installation of modern building furniture in schools and kindergartens (both for new buildings and reconstructions) is airtightness. Therefore, the maintenance of adequate indoor air quality is an increasing challenge. The field of indoor air quality is regulated by the Rules on ventilation and air-conditioning (hereinafter the Rules), which has been in force in Slovenia since 2002. It defines the minimum requirements for air quality for a normal, healthy stay and an undisturbed learning process in educational institutions.

PURPOSE. The purpose of this paper is to present air quality parameters as defined by the Rules and the results of realistic measurements of parameters in practice. The purpose is also comparison of various suitable ventilation types for such objects.

METHODS. The theoretical part is summarized in the Rules. The practical part represents the comparison of the air quality (mainly based on CO₂ and temperature measurements) in the classroom with the built-in mechanical ventilation via the ventilation device and the classroom where the ventilation is done by opening the windows. Both classrooms are within the same school where some smaller central ventilation units were installed in only a few classrooms.

RESULTS AND DISCUSSION. The Regulation defines indoor air quality with the following parameters: temperature, relative humidity, air flow sensation, concentrations of various pollutants (CO₂, CO, particulate matter (mainly PM₁₀), radon, formaldehyde, ammonia, volatile organic matter and ozone), and noisiness. The Regulation also defines the minimum air exchange in the room and prescribes the minimum thermal efficiency for ventilation devices. The comparison of measurement results provided the following conclusions:

- **The air temperature** can be controlled significantly easier by the use of a ventilation device, since the opening of the windows is related to the direct influence of the external temperature conditions. Since for most of the year the outdoor temperatures are not ideal, it is important to open windows often enough, but only for a short time, to minimize the loss of temperature. In school this would in practice mean during the break after every school hour, for no more than 5 minutes. In kindergartens where there is less frequent abandonment than in school, regular ventilation is much more challenging and often completely impossible without a significant deterioration in air quality. However, since temperature is not the only limiting factor that disturbs the ambient when the window is open (there are also particulates in ambient air and outside noise), opening windows may be completely discouraged at certain times (depending on the location of the building).
- **Relative humidity** is, to a large extent, usually the result of activities at school or kindergarten. The increase in humidity is mainly due to breathing, and in some rooms also moisture, which is the result of food preparation, aquarium, showering etc. By using a ventilation device, excess moisture is constantly removed from the premises. Directional air movement prevents moisture from spreading in the wrong direction (the same applies to many other pollutants released inside the building). When ventilating by opening windows, moisture is often excessively trapped by irregular opening of windows.
- **The air flow** is especially sensed when the window is open. The ventilation system must be sized in such a way that it does not cause air movement above 0.2 m / s, which is already considered as draft.
- **Concentrations of pollutants** are most often exceeded on a daily basis when opening windows. Sometimes they also rise beyond the double concentration of the upper limit. This was confirmed by our measurements in the classroom without a ventilation system at the Dolenjske Toplice Primary School. When using a properly

dimensioned ventilation system at the same primary school, pollutant concentrations throughout the day remain within the permissible values prescribed in the Regulation.

- **Surround noise** is an important parameter that is not much affected if we are limited to opening windows when ventilating. With the ventilation system, the noise from the surroundings is completely eliminated (within the sound insulation of the building when the building is closed). We should be more concerned with the noise caused by the operation of the ventilation system inside the building. Here, the choice of a suitable (sufficiently quiet) ventilation device and the use of appropriate peripheral components (ventilation ducts, silencers, grilles and diffusers) are crucial to ensure a sufficiently quiet indoor environment that does not disturb the users of the indoor facilities of schools and kindergartens.
- **Energy use.** Unwanted energy loss during ventilation is also an important aspect that cannot be affected by the opening of windows except that windows remain closed for longer periods in winter and summer, thereby deteriorating indoor air quality. Ventilation devices, on the other hand, have a prescribed minimum efficiency of returning the temperature of the exhaust air through the heat exchanger, thus maintaining the temperature of the internal environment. The regulation prescribes at least 65% efficiency of ventilation devices, however there are many devices with an efficiency over 80% on the market.
- **Hygiene in ventilation systems** are crucial to ensuring long-term indoor air quality. This aspect should be carefully considered in the design of the ventilation system, where appropriate inspections should be provided to clean the ducts. At the same time the ventilation device has to be mounted in a location that is easily accessible for maintenance and at a suitable distance from the most sensitive areas. Maintenance of the ventilation system is in general limited to the regular replacement of filters in the ventilation device (once every 6 months). Pipelines normally require cleaning once every 6 to 8 years. Specific maintenance and cleaning recommendations should be provided by the ventilation equipment supplier.

CONCLUSION. The results of measurements and the experience of staff in schools and kindergartens without adequate ventilation system indicate a worrying state of air quality in such facilities. The impact on the health and learning abilities due to a long stay (even more than 8 hours a day) inside the indoor premises of schools and kindergartens of poor indoor air quality must not be neglected. Failure to take air quality measurements and unfamiliarity with the field should not be an excuse for not taking measures that lead to better air quality. What can be done immediately and is not linked to a financial contribution is to raise awareness of employees and introduce regular ventilation by opening windows. However, since this is not possible in all external conditions, a more comprehensive solution must be sought that eliminates the full range of problems associated with not adequate ventilation. A properly sized ventilation system eliminates the excess concentrations of pollutants generated by our presence (CO₂, VOC, moisture, various odours etc.) and the level of radon, which is more or less a problem depending on the location of the object. Modern ventilation systems with filtration of the outside air and heat recovery assure a healthy environment with minimal energy losses.

Inadequate indoor air quality in educational institutions has a significant impact on children's health, so immediate action is a priority.

SKLOP 3: PROJEKT INAIRQ / Section 3: Project InAirQ

- | | | |
|-------|---|---|
| 3.1 | <i>Sonja Šorli</i> | ZAZNAVANJE SLABEGA ZRAKA MED UČENCI OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH
Assessment of poor air quality in elementary school pupils Karel Destovnik Kajuh |
| <hr/> | | |
| 3.2 | <i>Anja Jutraž
Andreja Kukec
Simona Uršič</i> | OZAVEŠČANJE O POMEMBOSTI IZBOLJŠANJA KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA
Awareness raising actions for improving indoor air quality |
| <hr/> | | |
| 3.3 | <i>Simona Uršič
Andreja Kukec
Anja Jutraž</i> | REZULTATI MERITEV MERJENJA KAKOVOSTI ZRAKA V OKVIRU PROJEKTA INAIRQ
Results of air quality measurement as part of the project inairq |
| <hr/> | | |
| 3.4 | <i>Simona Uršič
Anja Jutraž
Andreja Kukec</i> | UKREPI ZA IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH
Action plans for improvement of indoor air quality in primary schools |
| <hr/> | | |

3.1**ZAZNAVANJE SLABEGA ZRAKA MED UČENCI OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH***Sonja ŠORLI, OŠ Karel Destovnik Kajuh, Ljubljana, Slovenija***Ključne besede:** *kakovost zraka, šole, aktivnosti*

UVOD. Tako kot odrasli v zaprtih prostorih doma ali na delovnem mestu, tudi učenci preživijo precejšen del dneva v šolskih prostorih. Dokazano je, da človek v eni sami uri vdihne več kot pol kubičnega metra zraka, polnega bakterij in virusov, pršic, vlage in drugih dejavnikov, ki jih v prostoru ne vidimo, vplivajo pa na naše zdravje in počutje. Zato je v notranjem okolju potrebno zagotoviti ustrezno kakovost zraka. V šolskem okolju lahko ustrezno kakovost notranjega zraka dosežemo s prezračevanjem, z odpiranjem oken v učilnicah. Težavo pri tem predstavlja dejstvo, da je tak način zračenja neenakomeren, nastaja lahko preprih, ta način je tudi energijsko potraten.

NAMEN. Na primeru predstaviti, kako v šoli zaznavamo slab zrak ter s katerimi aktivnostmi lahko izboljšamo stanje.

METODE. Prikazali smo lastne izkušnje na področju zaznavanja slabega zraka v učilnicah ter aktivnosti, ki jih izvajamo za izboljšanje stanja v šoli.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Površina naših učilnic je od 20 – 25 m², število učencev v posamezni učilnici pa se giblje od 18 – 25. Učitelji po vsaki učni uri v času odmora prezračijo učilnico. Učenci na razredni stopnji ostanejo v isti učilnici, na predmetni stopnji se zamenjajo, odidejo v drugo učilnico. Med zračenjem v odmoru se celoten zrak v prostoru ne zamenja, več možnosti za to je v tistih učilnicah, kjer izvajajo zračenje že med uro. Slabo kakovost zraka zaznamo z vstopom v prostor. Ne le slab vonj, tudi preveč suh zrak povzroča zdravstvene težave pri učencih. Ustrezna vlažnost zraka pripomore k izboljšanju odpornosti, manj pogosti obolevnosti dihal in k dobremu počutju. Zagotoviti pa je treba ustrezno vlažnost v prostoru, saj lahko previsoka vlažnost pospeši razmnoževanje pršic, plesni, glivic in bakterij.

SKLEP. Na temperaturo, vlago in kakovost zraka v prostorih vplivajo različni dejavniki, ki so povezani tudi z gradnjo in uporabo različnih gradbenih materialov, npr. vrsta vgrajenih oken in vrat, lega stavbe, način ogrevanja, prisotnost drugih virov onesnaževanja. Kako torej v štirideset let stari stavbi brez mehanskega prezračevanja zagotoviti, da bo v vsaki učilnici od 7. ure zjutraj do poznega popoldneva kakovost zraka ustrezna?

3.1

ASSESSMENT OF POOR AIR QUALITY IN ELEMENTARY SCHOOL PUPILS KAREL DESTOVNIK KAJUH*Sonja ŠORLI, OŠ Karel Destovnik Kajuh, Ljubljana, Slovenia***Keywords:** *quality of air, schools, activities*

INTRODUCTION. Like adults in closed spaces of their homes or on workplaces also pupils spend a big part of the day in school premises. It is proved that human inhales more than half cubic meter of air in 1 hour (500 l of air in one hour). This air is full of bacteria, viruses, mites, moisture and other agents, that cannot be seen, but have a great impact on our health and wellbeing. That's why it is so important to provide a proper quality of air in the internal environment. We can provide a proper quality of inner air in school by ventilation – with opening the windows of classrooms. The problem is that this kind of ventilation is uneven, it makes drafts and is energy-consuming.

AIM: The purpose of the paper is to demonstrate an example of how bad air in school is detected and with which activities we can make it better.

METHOD. We presented our personal experiences how bad air is detected in classrooms, as well as activities that are performed to improve the air in school.

RESULTS AND DISCUSSION. The area of our classrooms is 20 – 25 m², the number of pupils in individual classroom is around 18 – 25. Teachers after each lesson, during break, ventilate the classroom. Pupils in primary grades stay in the same classrooms all day while pupils in secondary grades change their classrooms almost after every break. The air is not exchanged entirely during the ventilation. More chances for complete ventilation are in those classrooms where the ventilation is performed also during the lessons.

Bad quality of air is already detected by entering into the classroom. Not just bad smell, but also too dry air can cause health problems to pupils. The suitable humidity of air can improve the immunity of pupils, lessen frequent problems of respiratory system and improve state of wellbeing. However, it is important to guarantee appropriate air humidity in the classrooms since high humidity can speed up the reproduction of mites, mold, fungus and bacteria.

CONCLUSION. There are several factors that influence the temperature, moisture and quality of air in the rooms. These factors are also related to construction and use of different construction materials, for example the window and door types that are built in, location of the building, the heating method, the presence of other pollution sources.

How can we in 40 – year old building without forced mechanical ventilation ensure the appropriate quality of air from 7 in the morning till late afternoon?

3.2

OZAVEŠČANJE O POMEMBOSTI IZBOLJŠANJA KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA

Dr. Anja JUTRAŽI¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Mag. Simona URŠIČ¹, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: ozaveščanje, izobraževanje, kakovost notranjega zraka, forum kakovosti okolja.

UVOD. Ozaveščanja javnosti je najučinkovitejše sredstvo za sporočanje informacij, zlasti širši javnosti. Učinkovite akcije ozaveščanja so potrebne za obveščanje javnosti o določeni problematiki in njihovo izobraževanje. Ukrepi za dvig ozaveščenosti za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v šolskih prostorih so bili pomemben del projekta InAirQ, kjer smo se najprej osredotočili na širšo javnost (učitelji v osnovni šoli, otroci itd.), na koncu projekta pa tudi na strokovnjake (raziskovalci, ministrstva, občine).

NAMEN: Glavni cilj je bil informirati in ozaveščati o vprašanju kakovosti zraka v notranjih prostorih, zlasti v okoljih, ki jih obiskujejo otroci.

METODE. Nacionalni inštitut za javno zdravje je bil v okviru kampanje za ozaveščanje v Sloveniji vključen v različne dejavnosti. Akcije so se začele leta 2017, nadaljevale pa v letih 2018 in 2019.

REZULTATI IN RAZPRAVA. Ukrepi za ozaveščanje o boljšem razumevanju učinka kakovosti notranjega zdravja na zdravje ljudi so bili sestavljeni iz komunikacij za obveščanje in razumevanje, zavedanje in ukrepanje. Nekatere dejavnosti, ki so se izvajale, so bile:

A. Posebna srečanja z učenci in njihovimi družinami na 12 izbranih šolah: predstavitev pomena kakovosti zraka v notranjih prostorih za učence v učilnicah, kjer so bile kasneje izvedene meritve kakovosti notranjega zraka.

B. Posebna srečanja s šolskim osebjem, kjer smo se na šolske uslužbenke obrnili neposredno po e-pošti, telefonskih klicih, sestankih (12 izbranih šol). Glavni cilj je bil seznaniti jih s pomenom kakovosti zraka v notranjih prostorih, vpliva slabe kakovosti zraka na zdravje ljudi in o različnih ukrepih, ki bi jih lahko naredili za izboljšanje kakovosti zraka.

C. Razdelitev zloženek in brošur med različnimi ciljnimi skupinami.

D. Uporaba nacionalne spletne strani socialnega omrežja Facebook.

E. Distribucija brošure o projektu med vodji šol, učitelji, starši.

F. Predstavitev rezultatov projekta na lokalnih konferencah, dogodkih:

- Predstavitev projekta na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport v Sloveniji v okviru sestanka projekta CRP "Analiza stanja na področju arhitekture javnih vrtcev in šol v Sloveniji", januar 2018.
- Okoljska konferenca "Nacionalni program varstva okolja in njegov dialog z lokalnimi skupnostmi", april 2018, Moravske toplice.
- 15. Svetovni kongres o zdravju okolja, marec 2018, Auckland, Nova Zelandija.

G. Članki: npr. „Kakovost zraka v prostorih predšolskih stavb in projekt InAirQ“.

H. Forumi kakovosti okolja: 5 forumov kakovosti okolja - različna predavanja (na primer Učinki onesnaženega zraka v notranjih prostorih na zdravje; Predstavitev stanja osnovnih šol ljubljanske zdravstvene regije z vidika kakovosti zraka v notranjih prostorih; Metodološki pristop in izzivi na področju ocenjevanja kakovosti zraka; Izboljšanje kakovosti zraka v izobraževalnih ustanovah z izbiro gradbenih proizvodov itd.) in delavnice.

I. Obveščanje Mestne občine Ljubljana, Ministrstva za šolstvo in članov Univerze v Ljubljani o projektu.

J. Sodelovanje na raziskovalnem projektu z Gimnazijo Ljutomer.

K. Razdelitev elektronskih novic med strokovnjake (AEC industrija), člane univerze (raziskovalci in profesorji), osnovne in srednje šole, starše, občine in ministrstvo itd.

L. Obveščanje o projektu na spletni strani NIJZ.

Z aktivnostmi za ozaveščanje smo nagovorili naslednje ciljne skupine:

- Občinske in regionalne ustanove: Mestna občina Ljubljana.
- Državne javne organe: Ministrstvo za šolstvo, Ministrstvo za zdravje.
- Izobraževalne ustanove: Univerza v Ljubljani (različne fakultete).
- Učenci vključenih šol in njihovi starši: 12 izbranih šol v Sloveniji (na vsaki šoli smo staršem učencev 3. razreda in tudi učencem predstavili projekt InAirQ).
- Upravni organi šol in osebje šol: Slovenska mreža zdravih šol.
- Gradbena industrija, načrtovalci in izvajalci: vabljeni na forume kakovosti okolja.
- Interesne skupine, vključno z nevladnimi organizacijami: vabljeni na forume kakovosti okolja.

Teme, ki so bile predstavljene na različnih dogodkih, so: osnovne informacije o projektu; zdravstveni vpliv slabe kakovosti zraka; dobre prakse in referenčni primeri; intervencijske metode za preprečevanje onesnaženosti notranjega zraka; uporaba materialov in opreme za izboljšanje kakovosti notranjega zraka; vzdrževanje in odgovornost upravljavcev prostorov.

SKLEP. Ozaveščanje o pomembnosti kakovosti notranjega zraka v šolskih prostorih je zelo pomembno, saj lahko uporabniki z zavedanjem težav povezanih z zrakom v notranjih prostorih pomagajo preprečiti pojav težav na samem začetku. V prihodnosti načrtujemo, da bomo laično in strokovno javnost še naprej obveščali in osveščali o tej problematiki.

3.2**AWARENESS RAISING ACTIONS FOR IMPROVING INDOOR AIR QUALITY**

Dr. Anja JUTRAŽ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Mag. Simona URŠIČ¹, ¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ²University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *awareness raising, education, indoor air quality, environment quality forum*

INTRODUCTION. Awareness-raising campaigns are recognised as the most efficient and effective means of communicating information especially to the general public. Effective awareness raising activities are necessary to inform public about specific issue and educate them. Awareness raising actions for improving indoor air quality were important part of the project InAirQ, where we first focused on general public (teachers in primary school, children etc.) and at the end of the project also on professionals (researchers, ministries, municipalities).

AIM. The main aim was to inform and raise awareness about the issue of indoor air quality, especially in environments frequented by children.

METHODS. As part of awareness raising campaign in Slovenia the National Institute for Public Health was involved in different activities. The actions started in 2017, and continued in 2018 and 2019.

RESULTS AND DISCUSSION. Awareness actions on better understanding IAQ impacts on human health were composed of communications for informing and understanding, awareness and action. Some of the activities that were carried out were:

A. Specific meetings with school pupils and their families: Informing parents and teachers of 12 chosen schools about the project and importance of IAQ; Presentation on the importance of the indoor air quality to pupils in the classrooms, where measurement campaign was carried out (12 schools).

B. Specific meetings with school staff, where we approached school staff directly through emails, phone calls, f2f meetings (12 chosen schools) and by inviting them to Environment Quality Forums. The main aim was to inform them about the importance of indoor air quality, influence of bad air quality to human health and about different actions they could do to improve air quality.

C. Dissemination of information materials (leaflet and brochure) among different target groups.

D. Use of national Facebook page.

E. Distribution of the brochure about the project among school managers, teachers, parents, stakeholders.

F. Presentation about the results of the project at local conferences, events:

- Presentation of the project at the Ministry of Education, Science and Sport in Slovenia as part of the meeting of the CRP project "Analysis of the situation in the field of architecture of public kindergartens and schools in Slovenia - recording, evaluation and protection of examples of quality (sustainable) architectural practice", January 2018. There were present also the representatives from Municipality of Ljubljana.
- Environmental conference "National Environmental Protection Program and its Dialogue with Local Communities", April 2018, Moravske toplice.
- 15th World Congress on Environmental Health, March 2018, Auckland, New Zealand.

G. Articles: “Indoor air quality in Slovenian pre-school buildings and InAirQ project” etc.

H. Environment Quality forums: 5 Environment Quality Forums – different lectures (for example Effects of polluted indoor air on health, Presentation of the state of elementary schools in the Ljubljana health region from the aspect of the indoor air quality, Methodological approach and challenges in the field of air quality assessment, Improving indoor air quality in educational institutions with the selection of construction products etc.) and workshops.

I. Informing Municipality of Ljubljana, Ministry of Education and members of University of Ljubljana about the project.

J. Collaboration on the research project with the Gymnasium Ljutomer.

K. Distribution of electronic newsletters among professionals (AEC industry), members of the university (researchers and professors), primary and secondary schools, parents, municipalities and ministry etc.

L. Informing about the project on the NIJZ’s website.

With our awareness raising activities we addressed following target groups:

- Municipal and regional institutions: Municipality of Ljubljana
- National public authority: Ministry for Education, Ministry of Health
- Educational institutions: University of Ljubljana (different faculties)
- Pupils of the involved schools and their parents: 12 chosen schools in Slovenia (at each school we presented InAirQ project to the parents of the pupils of 3rd school year and also to pupils).
- Management bodies of the schools and school staff: Network of healthy Slovenian schools, Secondary schools
- Building industry, real estate developers and contractors: invited to EQF in 2018
- Interest groups including NGOs: invited to EQF in 2018

The topics that were presented at different events are: basic information about the project; health impact of poor air quality; good practices and benchmark visits; intervention methods for air pollution; use of indoor materials and equipment; maintenance and managers’ responsibility.

CONCLUSION. To conclude, awareness raising about the importance of indoor air quality is really important issue, as by being aware of indoor air issues, occupants can help prevent problems. In the future we are planning to keep informing lay and professional public about this issue.

3.3

REZULTATI MERITEV MERJENJA KAKOVOSTI ZRAKA V OKVIRU PROJEKTA INAIRO

Mag. Simona URŠIČ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Dr. Anja JUTRAŽ¹ ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *InAirQ, meritve kakovosti zraka, CO₂, relativna vlažnost zraka*

UVOD. Predstavniki Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) smo od 2016 kot projektni partner vključeni v Interreg projekt »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«. Osnovni namen projekta je ugotoviti kakšna je dejansko kakovost zraka v učilnicah osnovnih šol in oblikovati smernice za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v šolah na področju Srednje Evrope. Naše aktivnosti so bile: izvedba meritev kakovosti zraka in izvedba ankete glede zdravja in počutja otrok v izbranih osnovnih šolah; organizacija forumov in ostalih aktivnosti za povečanje ozaveščenosti o problematiki notranjega zraka ter sodelovanje pri postavljanju skupne čezmejnne strategije in akcijskih načrtov za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v šolskem okolju.

NAMEN. Meritve kakovosti zraka (notri/zunaj) v osnovnih šolah so se izvajale v učilnicah izbranih šol v vseh državah projektnih partnerjev. Namen izvajanja meritev je bil ugotoviti kakšna je kakovost zraka v učilnicah in kaj vpliva nanjo ter v primeru ugotovljenih odstopanj predvideti možnost ukrepanja.

METODE. Meritve onesnaženosti zraka so se v vseh sodelujočih državah izvajale po enotni metodologiji: izvedene so bile v obdobju kurilne sezone (13. 11. 2017 - 16. 3. 2018), povsod v razredih tretješolcev, v vsaki šoli so se izvajale po en teden. Večina parametrov se je merila v učilnici in hkrati zunaj zgradbe.

Za več parametrov smo uporabljali enake merilne naprave in inštrumente (formaldehid, benzen). Tudi ravnanje z vzorci in transport do laboratorija je potekal na enak način. Vsi vzorci so bili analizirani v istem laboratoriju, pri vodilnem projektnem partnerju v Budimpešti.

Poenotena metodologija izvajanja meritev, ravnanja z vzorci in laboratorijske analitike je omogočila skupno predstavitev rezultatov meritev vseh partnerjev in možnost primerjave rezultatov med partnerji.

REZULTATI IN RAZPRAVA. V okviru meritev smo določevali naslednje parametre: temperatura in relativna vlaga, delci v zraku (PM_{2.5}), CO₂, aldehidi (formaldehid), VOC - hlapne organske spojine (benzen), NO₂ in radon.

Zaradi lažjega prikaza rezultatov in organizacije ukrepov je vodilni projektni partner po principu semaforja za potrebe projekta razvil Indeks/Kazalnik udobja (na osnovi parametrov temperatura in relativna vlaga) in Indeks/Kazalnik kakovosti notranjega zraka (na osnovi vseh ostalih parametrov). Kazalnik udobja ima tri razrede (udobno, zmerno udobno, neudobno okolje), Kazalnik kakovosti notranjega zraka pa pet razredov (nizka, zmerna, visoka, zelo visoka, nevarna onesnaženost). Vrednost kazalnika določa parameter, ki ga rezultat meritve uvršča v najbolj neugoden razred.

Predstavitev rezultatov po državah upoštevajoč uvrstitev v razrede Kazalnika kakovosti notranjega zraka:

Od 12-ih šol na Češkem jih ima stanje notranjega zraka 8,33 % ocenjeno kot nevarno onesnaženo (povišane koncentracije delcev v zraku), 58,33 % kot visoko onesnaženo in 33,33 % kot zmerno onesnaženo.

Na Madžarskem jih ima od 16-ih šol stanje notranjega zraka 37,5 % šol ocenjeno kot zelo visoko onesnaženo (v vseh šolah so povišane koncentracije delcev PM_{2.5}, v dveh šolah je povišan tudi CO₂), 62,5% pa kot visoko onesnaženo.

V Italiji jih ima od 12-ih šol stanje notranjega zraka 41,66 % šol ocenjeno kot nevarno onesnaženo (povišane koncentracije benzena), 33,33 % kot zelo visoko onesnaženo, 16,67 % kot visoko onesnaženo in 8,33 % kot zmerno onesnaženo.

Na Poljskem jih ima od 12-ih šol stanje notranjega zraka 16,67 % ocenjeno kot zelo visoko onesnaženo (povišane vrednosti CO₂), polovica šol kot visoko onesnaženo, 33,33% pa kot zmerno onesnaženo.

V Sloveniji je bila med 12-imi šolami onesnaženost notranjega zraka ocenjena za 16,67% šol kot zelo visoka (po ena šola s povišanimi koncentracijami benzena in CO₂), za 41,66% šol kot visoka, za 41,66% šol pa kot zmerna.

Delež šol z oceno Kazalnika udobja kot neugodno okolje je v vseh državah visok, večinoma zaradi neustrezne vrednosti relativne zračne vlage.

V Sloveniji je bila v 9 šolah ugotovljena prenizka vrednosti relativne zračne vlage.

Glede na rezultate je stanje v sodelujočih državah primerljivo. Velik problem predstavljajo zlasti povišane koncentracije CO₂ in prenizke vrednosti relativne zračne vlage. Glede na v projektu postavljene razrede so pogosto zaznane tudi povišane ravni benzena in formaldehida ter delcev. Za izboljšanje stanja bo potrebno odstraniti vire možnih onesnaževal, sprejeti ukrepe za vzdrževanje ustrezne kvalitete notranjega zraka ter jih dosledno izvajati.

SKLEP. Skrbi za ustrezno kakovost notranjega zraka v šolah bo potrebno posvečati večjo pozornost.

LITERATURA.

- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)– v teku, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

3.3

RESULTS OF AIR QUALITY MEASUREMENT AS PART OF THE PROJECT INAIQ

Mag. Simona URŠIČ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, Dr. Anja JUTRAŽ¹ ¹*National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia,*
²*University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia*

Keywords: *InAirQ, primary schools, air quality measurements, CO₂, relative humidity*

INTRODUCTION. Since 2016, representatives of the National Institute of Public Health (NIJZ) have been a partner in the Interreg project “Transnational Adaptation Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)”. The main purpose of the project was to identify the actual air quality in primary school classrooms and to develop guidelines for improving indoor air quality in schools in Central Europe. Our activities were: conducting air quality measurements and conducting a survey on the health and well-being of children in selected primary schools; organizing forums and other activities to raise awareness of indoor air quality, and participating in setting up a common cross-border strategy and action plans to improve indoor air quality in the school environment.

AIM. Air quality measurements (inside / outside) in primary schools were conducted in the classrooms of selected schools in all project partner countries. The purpose of the measurements was to determine the air quality in the classrooms and the factors affecting it, and to provide an opportunity for action in case of deviations found.

METHODS. Air pollution measurements were carried out in all participating countries following to a uniform methodology: they were carried out during the heating season (13.11.2017 - 16.3.2018), in the third-grade classes, and were conducted for one week in each school. Most of the parameters were measured in the classroom and simultaneously outside the building.

The same devices were used for measuring several parameters (formaldehyde, benzene). Also, samples were handled and transported to the laboratory in the same way. All samples were analyzed in the same laboratory by a leading project partner in Budapest.

The unified methodology of measurement, sample handling and laboratory analytics enabled the joint presentation of the measurement results of all partners and the possibility of comparing results between partners.

RESULTS AND DISCUSSION. The following parameters were measured: temperature and relative humidity, fine particulate matter (PM_{2.5}), CO₂, aldehydes (formaldehyde), VOC - volatile organic compounds (benzene), NO₂ and radon. To facilitate the presentation of results and the organization of measures, the leading project partner according to the traffic light developed the Index / Comfort Indicator (based on parameters of temperature and relative humidity) and the Index / Indicator of indoor air quality (based on all other parameters) for the needs of the project. The comfort indicator has three classes (comfortable, moderately comfortable, uncomfortable environment), and the indoor air quality indicator has five classes (low, moderate, high, very high, dangerous pollution). The value of the indicator is determined by the parameter that is by result of the measurement placed in the most unfavorable class.

Presentation of results by country according to the classification in the Indoor Air Quality Indicator:

Of the 12 schools in the Czech Republic, 8.33% are rated as dangerously polluted (increased particulate matter concentrations), 58.33% as highly polluted and 33.33% as moderately polluted.

In Hungary, out of 16 schools, 37.5% of schools are rated as very highly polluted (in all schools PM_{2.5} particulate concentrations are increased and in two schools CO₂ is also high) and 62.5% as highly polluted.

In Italy, out of the 12 schools, 41.66% of schools are rated as dangerously polluted (benzene concentrations are increased), 33.33% as very highly polluted, 16.67% as highly polluted and 8.33% as moderately polluted.

In Poland, 16.67% of the 12 schools are rated as very highly polluted (high CO₂ values), half of them as highly polluted and 33.33% as moderately polluted.

In Slovenia among 12 schools, indoor air pollution was estimated in 16.67% of schools to be very high (one school with high concentrations of benzene and one with CO₂), 41.66% of schools as high and 41.66% of schools as moderate.

The proportion of schools with an unfavorable environment as rated by the Comfort Indicator is high in all countries, mainly due to inadequate relative air humidity.

In Slovenia, too low relative air humidity was found in 9 schools.

According to the results, the situation in the participating countries is comparable. In particular, high concentrations of CO₂ and low relative air humidity are a major problem. According to the classes of air quality, set up in the project, elevated levels of benzene, formaldehyde and particulate matter are often detected. In order to improve the situation, it will be necessary to remove sources of possible pollutants, adopt measures to maintain adequate indoor air quality and implement them consistently.

CONCLUSION. Care for the proper indoor air quality in schools will require greater attention.

LITERATURE.

- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)– v teku, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

3.4

UKREPI ZA IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH

Mag. Simona URŠIČ¹, Dr. Anja JUTRAŽ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: *kakovost notranjega zraka, osnovne šole, ukrepi, radon, CO₂*

UVOD. Predstavniki Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) smo od 2016 kot projektni partner vključeni v Interreg projekt »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«. Osnovni namen projekta je ugotoviti, kakšna je dejansko kakovost zraka v učilnicah osnovnih šol in oblikovati smernice za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v šolah na področju Srednje Evrope. Ena izmed naših aktivnosti v projektu je bila sodelovanje pri oblikovanju akcijskega načrta za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v šolskem okolju.

NAMEN: Priporočila za izdelavo akcijskega načrta za izboljšanje kakovosti zraka v šolskem okolju naj bi posamezni šoli glede na njeno specifično pomagala oblikovati ukrepe za izboljšanje kakovosti notranjega zraka in jih tudi redno izvajati. V ta namen smo šolam, vključenim v projekt, posredovali rezultate meritev in njihovo umestitev v razrede Indeksa/Kazalnika udobja in Indeksa/Kazalnika kakovosti notranjega zraka, ki jih je za potrebe projekta oblikoval vodilni projektni partner. Vrednost kazalnika vpliva na nujnost izvedbe in obseg ukrepov. Določa ga parameter, ki ga rezultat meritve uvršča v najbolj neugoden razred.

METODE. Na podlagi pregleda literature in izvedene raziskave smo pripravili seznam ukrepov za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v osnovnih šolah, ki smo jih razdelili v več sklopov (glede na parametre, deležnike, zahtevnost izvedbe).

REZULTATI IN RAZPRAVA. Šolam so bili posredovani neposredni ukrepi, glede na posamezen parameter, dokument akcijski načrt pa poleg tega vključuje tudi izvajalce in ostale aktivnosti, ki jih je za vzdrževanje ustrezne kakovosti zraka v šolskih prostorih potrebno izvajati ves čas.

Prikaz nekaterih ukrepov ob preseženih koncentracijah izbranih onesnaževal v notranjem zraku:

Radon: V zaprtih prostorih je v največji meri prisoten zaradi izhajanja iz tal, vir predstavlja tudi opeka iz elektrofilterskega pepela, če je stavba zgrajena iz nje. Izpostavljenost radonu v zaprtih prostorih je treba znižati na najnižjo možno raven. Redno in učinkovito zračenje, dodatna ukrepanja (organizacijske rešitve, sanacija objekta) so potrebna glede na izmerjene vrednosti.

CO₂: Povišane koncentracije CO₂ so posledica prisotnosti oseb v zaprtem prostoru. V učilnicah je treba ves čas vzdrževati razmere za učinkovito obvladovanje koncentracije CO₂ (sprememba/vzpostavitev protokola zračenja, upoštevanje omejitve števila oseb glede na površino in volumen prostora itd.).

Delci PM: Prisotnost delcev v zaprtih prostorih je posledica njihovega vstopa iz zunanjega zraka ter virov v notranjosti objekta. Ukrepi temeljijo na omejevanju vnosa delcev PM iz zunanjega zraka v notranjost šole in na omejevanju nastajanja delcev v zaprtih prostorih (med prometnimi konicami in epizodami velike onesnaženosti zraka prostorov ne zračimo, v času velike onesnaženosti zraka naj šola preide na ogrevanje z okolju prijaznejšim gorivom, redno vzdrževanje filtrov pri mehanskem prezračevanju, izogibanje aktivnostim in dejavnostim, ki povzročajo prašenje v prostorih).

Benzen: Prisotnost benzena v zaprtih prostorih je posledica vstopa benzena iz zunanjega zraka, virov benzena v notranjosti objekta in ne dovolj učinkovitega prezračevanja. Izpostavljenost benzenu v zaprtih prostorih je treba znižati na najnižjo možno raven! Identifikacija in odstranitev materialov, ki so vir benzene v stavbi; zmanjšanje ali odprava dejavnosti, kjer se lahko sprošča benzen ter redno izvajanje ustreznega prezračevanja. Vnos benzena iz zunanjega zraka lahko zmanjšamo s premišljeno postavitvijo parkirnih prostorov v okolici šole, odstranitvijo morebitnih virov cigaretne dima, primerno lokacijo dovodov svežega zraka, izogibanjem uporabe izdelkov, ki bi lahko bili vir benzena itd.

Formaldehid: Velja za specifično onesnaževalo notranjega okolja. Poiščemo vir prisotnosti formaldehida in ga odstranimo oziroma v največji meri omejimo (izbira ustreznega pohištva in oblog, učinkovito prezračevanje, vzdrževanje temperature in relativne vlažnosti v šolskem okolju pri najnižjih ravneh udobja).

SKLEP. Za zagotavljanje ustrezne kakovosti notranjega zraka naj bi imela vsaka šola izdelan akcijski načrt in predvidene ukrepe tudi redno izvajala v praksi.

LITERATURA.

- NIJZ, 2017. Notranji zrak – Ukrepi za izboljšanje. Pridobljeno s spletne strani 27.8.2019.
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11012017.pdf
- NIJZ, 2018. Delci PM – Priporočila za prebivalce. Pridobljeno s spletne strani 27.8.2019.
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11012017.pdf
- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)– v teku, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

3.4

ACTION PLANS FOR IMPROVEMENT OF INDOOR AIR QUALITY IN PRIMARY SCHOOLS

Mag. Simona URŠIČ¹, Dr. Anja JUTRAŽ¹, Dr. Andreja KUKEC^{1,2}, ¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ²University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *indoor air quality, primary schools, action plans, radon, CO₂*

INTRODUCTION. Researchers of the National Institute of Public Health (NIJZ) have been involved in the Interreg project "Transnational Adaptation Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)" as a project partner since 2016. The main aim of the project is to identify the actual indoor air quality in primary school classrooms and to develop guidelines for improving indoor air quality in schools in Central Europe. One of our activities in the project was to participate in the development of an action plan for improving indoor air quality in the school environment.

AIM. The recommendations for the development of an action plan for improving the indoor air quality in the school environment should help the individual school to prepare an action plan for improving the indoor air quality and to implement them on a regular basis. To this end, we provided the participating schools with the results of the measuring campaign and their placement in the Indexes / Comfort Indicator and the Indoor Air Quality Indicator, designed by the lead project partner. The value of the indicator influences the urgency of implementation and the extent of the action plan. It is determined by the parameter that places the measurement result in the most unfavorable classroom.

METHODS. Based on the literature review and the conducted research, we have compiled a list of action plans for improving indoor air quality in primary schools, which were divided into several sections (according to parameters, stakeholders, complexity of implementation).

RESULTS AND DISCUSSION. Action plans were provided to schools, depending on each parameter. They also included contractors and other activities that need to be carried out at all times in order to maintain adequate indoor air quality in the school premises.

Here are presented some of the action plans taken when concentrations of selected pollutants in indoor air are exceeded:
Radon: It is mostly present indoors due to its escape from the ground, and the source is also brick from fly ash if the building is constructed from it. Indoor radon exposure should be kept to a minimum. Action plans: Regular and efficient ventilation, additional measures (organizational solutions, facility remediation) are required in relation to the measured values.

CO₂: Increased CO₂ concentrations are due to the presence of users/people. Action plans: Classrooms need to be maintained at all times to effectively manage CO₂ concentrations (modification / establishment of a ventilation protocol, compliance with the limitation on the number of persons depending on surface area and volume, etc.).

PM particles: The presence of particulate matter indoors is due to their entry from outside air and sources inside the building. The measures are based on limiting the intake of PM particles from the outside into the school interior and limiting the generation of particulate matter indoors (during peak periods and episodes of high air pollution, do not ventilate the premises; maintenance of filters in mechanical ventilation, avoidance of activities and activities that cause dusting in the premises).

Benzene: The presence of benzene indoors is due to the entry of benzene from the outside air, the benzene sources inside the building and not enough efficient ventilation. Action plans: Indoor benzene exposure should be kept to a minimum! Identification and removal of materials that are the source of benzene in the building; reduction or elimination of benzene release activities and regular provision of adequate ventilation. Benzene intake from outside air can be reduced by carefully positioning parking spaces around the school, removing potential sources of cigarette smoke, appropriate location of fresh air supplies, avoiding the use of products that could be a source of benzene, etc.

Formaldehyde: Applies to a specific internal environmental pollutant. Action plans: Find the source of formaldehyde and remove it or minimize it (choice of appropriate furniture and coverings, effective ventilation, maintenance of temperature and relative humidity in the school environment at the lowest comfort levels).

CONCLUSION. In order to ensure adequate indoor air quality, each school should have an action plan in place and regularly implement the action plans.

LITERATURE.

- NIJZ, 2017. Notranji zrak – Ukrepi za izboljšanje. Pridobljeno s spletne strani 27.8.2019.
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11012017.pdf
- NIJZ, 2018. Delci PM – Priporočila za prebivalce. Pridobljeno s spletne strani 27.8.2019.
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11012017.pdf
- Interreg projekt Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)– v teku, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

DALJŠI ZNANSTVENI PRISPEVKI / Longer scientific papers

- 4.1 *Anja Jutraž*
Andreja Kukec
Peter Otorespec **»BENCHMARKING«: PREGLED DOBRIH PRAKS NA
PODROČJU KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V
ŠOLSKIH OKOLJIH**
Benchmarking: review of good practices in the field of indoor air
quality in school buildings
-
- 4.2 *Anja Jutraž*
Andreja Kukec
Tamas Szjoghetsi **METODOLOŠKI PRISTOP SPREMLJANJA KAKOVOSTI
NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH**
Methodological approach of monitoring indoor air quality in
primary schools
-
- 4.3 *Anja Jutraž*
Andreja Kukec
Simona Uršič **ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GLEDE IZBOLJŠAV OSNOVNIH
ŠOL – ŠTUDIJA PRIMERA OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH**
Feasibility plan for improvements in schools – case study OŠ
Karel Destovnik Kajuh
-

4.1

»BENCHMARKING«: PREGLED DOBRIH PRAKS NA PODROČJU KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V ŠOLSKIH OKOLJIH

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ¹Peter OTOREPEČ, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: obiski dobrih praks, osnovne šole, kakovost notranjega zraka, zdravo šolsko okolje.

IZVLEČEK. Onesnažen notranji in zunanji zrak predstavlja veliko skrb za zdravje in lahko privede do resnih zdravstvenih problemov. Z ogledom dobrih praks po Evropi smo želeli obiskati takšne šole, mreže in / ali raziskovalne inštitute, ki imajo dolgoletne izkušnje na področju zdravega šolskega fizičnega in socialnega okolja ter skupnosti. Izkušnje ogleda dobrih praks bodo prispevale k učinkovitemu komuniciranju in pretoku znanja med različnimi akterji in k pripravi trajnostnih akcijskih načrtov za kakovost notranjega zraka v šolah. Izbrali smo pet različnih šol v Avstriji in na Finskem, ki smo jih v letu 2017/2018 obiskali skupaj s projektnimi partnerji. Temeljili smo na primerih dobrih praks z vidika kakovosti notranjega zraka. Na podlagi ogleda dobrih praks smo pripravili tabelo rezultatov s seznamom pridobljenih izkušenj in predlaganimi akcijskimi načrti za srednje-evropski prostor. Izkušnje, pridobljene z ogledom dobrih praks, so bile uporabljene v kasnejših fazah projekta pri pripravi nacionalnih akcijskih načrtov.

UVOD. Onesnažen notranji in zunanji zrak predstavlja veliko skrb za zdravje in lahko privede do resnih zdravstvenih problemov. V EU je bil dosežen velik napredek pri izboljšanju kakovosti zunanjega zraka in zmanjšanju emisij onesnaževal. Ker večino časa preživimo v notranjih prostorih in so glede na literaturo najbolj ranljiva populacija otroci, stari od 6 do 14 let, je zelo pomembno ustvarjanje zdravih šolskih okolij.

NAMEN: Z ogledom dobrih praks po Evropi smo želeli obiskati takšne šole, mreže in / ali raziskovalne inštitute, ki imajo dolgoletne izkušnje na področju zdravega šolskega fizičnega in socialnega okolja ter skupnosti. V partnerskih državah močno primanjkuje političnih ukrepov v razumevanju zdravstvenih tveganj zaradi onesnaženega notranjega zraka in nevarnosti zaradi pomanjkanja meritev kakovosti notranjega zraka. V nekaterih evropskih državah je politični in pravni okvir glede gradnje šol bolj napreden, posebej z vidika zdravega šolskega okolja in vplivov na zdravje. Izkušnje ogleda dobrih praks bodo prispevale k učinkovitemu komuniciranju in pretoku znanja med različnimi akterji (sektorski, družbeni in znanstveni) in k pripravi trajnostnih akcijskih načrtov za kakovost notranjega zraka v šolah. Primerjalna analiza nam bo ponudila različne tehnične in tehnološke rešitve, ki so narejene z zavedanjem o zdravju uporabnikov ter so hkrati energetske učinkovite.

METODE. Izbrali smo pet različnih šol v Avstriji in na Finskem, ki smo jih v letu 2017/2018 obiskali skupaj s projektnimi partnerji. Projektni partnerji so sodelovali v enem ali obeh obiskih, kjer smo izbrali dobre primere šolskega okolja z vidika kakovosti notranjega zraka. Obiskali smo naslednje šole:

- **Obisk dobrih praks 1: Avstrija, 29. in 30. november 2017**

Šola 1: »Childcare centre Maria Enzersdorf« pri Dunaju (MAAG + illiz arhitektur).

Obisk sta vodila avtorica šole, arhitektka Stefanie Wögrath in predstavnik Mestne občine Dunaj. Razkazali so nam šolo s poudarkom na prezračevalnih sistemih in kakovosti notranjega zraka. Pojasnili so nam tudi, kakšne so razmere glede gradnje in obnove šol na Dunaju.



Slika 1: Učilnice – okna: naravna svetloba, naravno prezračevanje (levo); hodniki – line za prezračevanje, ki povezujejo hodnik in učilnico (desno) (vir: InAirQ skupina)

Šola 2: »Volksschule Graz-Mariagrun« (<http://www.volksschule-mariagruen.at/>)

Obiske je organiziral Armin Knotzer iz AEE - Inštituta za trajnostne tehnologije v sodelovanju z ravnateljki obeh šol. Razkazali so nam šolo s poudarkom na prezračevalnih sistemih in kakovosti zraka v notranjih prostorih.



Slika 2: Učilnica in fleksibilen prostor za učenje (vir: InAirQ skupina)

Šola 3: »Primary School Hausmamstaaten«



Slika 3: Učilnica (vir: InAirQ skupina)

- Obisk dobrih praks 2: Finska, 21. in 22. maj 2018

Šola 1: »Saunalahti school«

Obisk šole Saunalahti je vodila podpredsednica šole Minna Welin. Razkazali so nam šolo s poudarkom na prezračevalnih sistemih in kakovosti zraka v zaprtih prostorih. Pojasnili so nam nov šolski načrt, ki je bil na državnem nivoju sprejet leta 2016 in ki ima velik vpliv na zasnovo šolskih zgradb. Šola Saunalahti je prva večnamenska šola v Espou: celodnevni vrtec, šola, javna knjižnica, mladinski center in številne dejavnosti. Zasnova stavbe poudarja varnost in fleksibilnost, oblikovali so jo Verstas Architects in predstavlja nov center tega območja.



Slika 4: Učilnice in mebansko prezračevanje (vir: InAirQ skupina)

Šola 2: Različne šole v občini Sipoo, organizacija Občina Sipoo.

V Sipoo filozofija načrtovanja novih in prenovljenih šolskih zgradb temelji na trojni pedagogiki (nov učni načrt), prostorski učinkovitosti (gospodarstvo) in arhitekturi. Stavbe so načrtovane tako, da omogočajo več uporab, kar poveča stopnjo izkoriščenosti stavbe. Vsi projekti se izvajajo v sodelovanju med oddelki za upravljanje z nepremičninami in izobraževanjem občine Sipoo. Dobra kakovost notranjega zraka je osnovna zahteva vseh zgradb.

Na Finskem je bil novi učni načrt za osnovno in srednjo šolo uveden leta 2016 (in nekoliko kasneje tudi za predšolsko izobraževanje). Učni načrt vpliva tudi na načrtovanje šolskih zgradb. Po novem učnem načrtu so učna okolja postala večnamenska. Star tip učenja, ki temelji na klasičnih učilnicah, se je spremenil v učenje preko izkušenj, kar pomeni tudi nove zahteve za učna okolja. Učna okolja so na eni strani prostori, ki so podobni dnevnim sobam za en ali več razredov, na drugi strani pa so to majhni prostori namenjeni eni osebi. V učnem načrtu je poudarjeno, da je učno okolje mogoče najti znotraj ali na prostem, kar pomeni, da šole niso več samo stavba, ampak so razširjene tudi na bližnja igrišča, gozdove in naravo.

Z obiskom Občine Sipoo smo izvedeli več o šolah v Sipou, dobri kakovosti zraka v notranjih prostorih kot osnovni zahtevi za vse zgradbe, postopku zagotavljanja dobrega zraka v notranjih prostorih, upravljanju prezračevalnega sistema, obiskali smo dve šoli v Nikkilanu, vaško šolo in šolo Soderkulla v Opintieju (v sodelovanju z: Suvi Tuiskunen, Lari Siren, Juha Pohjonen, Pekka Nirhamo).



Slika 5: Soba s prezračevalnimi napravami (vir: InAirQ skupina)

REZULTATI IN RAZPRAVA. Na podlagi ogleda dobrih praks smo pripravili tabelo s seznamom pridobljenih izkušenj in predlaganimi akcijskimi načrti za srednje-evropski prostor.

Tema	Element	Izkušnje ogleda dobrih praks	Predlagani ukrepi
PROCESNE IZBOLJŠAVE	Proces čiščenja	OGLED 1/FINSKA: uporaba eko čistilnih sredstev.	Uporabljajte čistila z najmanj škodljivim vplivom na zdravje, spodbujanje uporabe naravnih čistil
	Vzdrževanje	OGLED 1/FINSKA: Trajno dobro vzdrževana stavba.	Redni pregled prostorov ter hitri ukrepi in sanacije v primeru uhajanja vode in prisotnosti vlage v šolskih stavbah.
	Spremljanje/nadzor	OGLED 1/FINSKA: Inšpekcijski pregled stavbe izvaja občina.	Redni pregledi šolskih stavb, ki jih izvaja občina.
		OGLED 1/FINSKA: Stalno merjenje kakovosti notranjega zraka v učilnicah (CO ₂ , T, RH).	Monitorji kakovosti zraka v vsaki učilnici, redno spremljanje.
		OGLED 1/FINSKA: spremljanje je odvisno od sezonskih parametrov (Rv zraka, T zraka, vlaga).	Spremljanje je odvisno od sezonskih parametrov (Rv zraka, T zraka, vlaga).
		OGLED 1/FINSKA: Decentralizirano / centralizirano mehansko ali hibridno prezračevanje.	Decentralizirano / centralizirano mehansko ali hibridno prezračevanje.
OGLED 1/FINSKA: Sodoben sistem za avtomatizacijo in krmiljenje stavb (daljinski nadzor; merilnik zmogljivosti).	Sodobni sistem avtomatizacije in krmiljenja stavb.		
TEHNIČNE IZBOLJŠAVE	Naravno prezračevanje	OGLED 1/AVSTRIJA: ne odpirajo oken, obstaja samo mehansko prezračevanje - velika težava.	Potreba po kombinaciji naravnega in mehanskega prezračevanja.
	Mehansko prezračevanje	OGLED 1/FINSKA: mehansko prezračevanje z rekuperacijo toplote (nadzorovano prezračevanje, detektorji temperature, CO ₂ in prisotnosti oseb).	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 in pasovi, vlaženje zraka, krmilniki in hladilne vleke.
		OGLED 1/AVSTRIJA: mehansko prezračevanje v vseh stavbah.	Mehansko prezračevanje v celotni stavbi.
		OGLED 1/FINSKA: intenzivno prezračevanje v dnevni sobi.	Intenzivno prezračevanje (mehansko prezračevanje) v jedilnici.
		OGLED 1/FINSKA: nočno prezračevanje.	Nočno prezračevanje.
		OGLED 1/AVSTRIJA: inovativni način prezračevanja.	Inovativni prezračevalni koncept - sodelovanje s strokovnjaki MEP od začetka procesa načrtovanja, interdisciplinarno sodelovanje, inovativni koncepti, integrirani v oblikovanje stavb.
	Pohištvo	OGLED 1/FINSKA: uporaba materialov z nizkimi emisijami.	Uporaba materialov z nizkimi emisijami.
	Konstruktivski material	OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: uporaba prefabriciranih, visoko kakovostnih lesenih fasadnih elementov.	Uporaba prefabriciranih, visokokakovostnih lesenih fasadnih elementov.

		OGLED 1/FINSKA: uporaba betona z nizko emisijo HOS (VOC).	Uporaba veliko betona z nizko emisijo HOS (VOC).
	Okna / steklena fasada	OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: velike okenske površine.	*Vpliv na počutje uporabnikov.
		OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: sistemi senčenja (nižja temperatura).	Sistemi senčenja.
	Tla	OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: predvsem parket (naravni element).	Menjava talnih oblog z zdravimi gradbenimi materiali (uporaba parketa).
	Stene	OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: Stene brez slik, dekoracij.	Manj dekoracije na stenah.
	Zelenje	OGLED 1/FINSKA: Veliko rož, zelenja v učilnicah.	Umestitev zelenja / rastlin, rož v učilnice in skrb za njihovo nego.
SREDSTVA/ FINANCIRANJE	Lastnik	OGLED 1/FINSKA: občina je lastnica stavbe in ima večjo vlogo pri vzdrževanju / razdelitvi sredstev itd. (Ravnatelj šole ima manj moči kot v drugih državah EU).	Preudarno upravljanje stavb, celostno reševanje problematike načrtovanja in vzdrževanja šolskih zgradb.
LOKACIJA GRADNJE	Urbanistično načrtovanje	OGLED 1 & 2/AVSTRIJA & FINSKA: Lokacija stavbe je v bližini zelenja, na območju z nizko stopnjo onesnaženja, v bližini ni prometne ceste in industrijskih virov.	Izbira ustrezne lokacije za nove šolske zgradbe: lokacija v bližini zelenja, na območju z nizko stopnjo onesnaženja, ne v bližini prometne ceste, ne v bližini industrijskih virov.
		OGLED 1/FINSKA: izvedba urbanističnega načrtovanja šolskih stavb na podlagi bioklimatskega načrtovanja (osvetljenost, hrup, topolotno udobje, kakovost zraka, nizka stopnja zunanjih izpustov zraka itd.).	Urbanistično načrtovanje šolske zgradbe na podlagi bioklimatskega načrtovanja (osvetljenost, hrup, topolotno udobje, IAQ, nizka stopnja zunanjih emisij v zrak itd.).
PRISTOP/ PROCES NAČRTOVANJA	Celovit pristop (faze načrtovanja)	OGLED 1/FINSKA: Celovit pristop pri načrtovanju šolske stavbe: občina in uprava (s strokovnjaki: arhitekti, urbanisti, upravniki, politiki, LCFMs, strokovnjaki za javno zdravje, ekonomisti itd. - interdisciplinarne ekipe), starši, šolski uslužbenci, otroci. Na primer Sipoo: Upravitelj občine - Vodstvena ekipa - Različni oddelki (Center za razvoj in načrtovanje rabe zemljišč, Ekonomski in upravni center, Oddelek za socialno in zdravstveno varstvo, Oddelek za šolstvo, Oddelek za tehnologijo in okolje).	Celovit pristop pri načrtovanju šolskih stavb.
		OGLED 1/FINSKA: Nov koncept oblikovanja šolskih zgradb: šolska zgradba ni le šolska zgradba, temveč stavba, ki združuje različne funkcije: center skupnosti, mladinski center, knjižnica itd.	Nov koncept projektiranja šolskih stavb.
		OGLED 1/FINSKA: Funkcionalno in logično načrtovanje stavbe.	Funkcionalno in logično načrtovanje stavbe.
	Proces načrtovanja	OGLED 1/FINSKA: Načrt raziskave → Raziskava → Načrt popravil, popravila/izboljšave → Nadaljnje ukrepanje.	Nov proces načrtovanja: Načrt raziskave → Raziskava → Načrt popravil, popravila/izboljšave → Nadaljnje ukrepanje.
	Učni načrt	OGLED 1/FINSKA: Učni načrt so na državni ravni v letu 2016	Sprememba učnega načrta (nacionalna raven).

		spremenili, novi šolski učni načrti imajo velik vpliv na zasnovano stavbe in tudi načrtovanje procesa (nova učna okolja); timsko delo, »prilagodljive« učilnice, za različne uporabnike.	
KAKOVOST ŠOLSKEGA OKOLJA	Organiziranost prostorov	OGLED 1/FINSKA: Večnamenski prostori, transparentni, ločeni prostori z mobilnimi stenami, drsnimi vrati za izobraževanje ter za celotno skupnost - vsi prostori so »učni prostori« (celovit pristop: učenje, telesna aktivnost, veščine); »Stavba služi uporabniku«.	Večnamenski prostori, novo mobilno pohištvo. <i>*vpliv na počutje</i>
		OGLED 1/FINSKA: Osrednja jedilnica.	Vsi obroki v enem prostoru, ne v vseh učilnicah (centralizirano).
		OGLED 1/FINSKA: integrirani/združljiv notranji in zunanji prostor za predavanja/učenje.	Vgrajena notranja in zunanja mesta za predavanja/učenje.
PRENOVE	Izolacija	OGLED 1/FINSKA: Hkrati s termomodernizacijo je potrebno izvesti posodobitev ogrevalnega sistema v kombinaciji s prezračevalnim sistemom.	Hkrati s termomodernizacijo je potrebno izvesti posodobitev ogrevalnega sistema v kombinaciji s prezračevalnim sistemom.
DRUGE IZBOLJŠAVE	Zakonodaja	OGLED 1/FINSKA: Vzpostavitev zakonskih predpisov - spremljanje parametrov (CO ₂ , T zraka, Rv zraka) in priprava novih predpisov za šole (število učencev v učilnici).	Vzpostavitev zakonskih predpisov - spremljanje parametrov (CO ₂ , T zraka, Rv zraka) in priprava novih predpisov za šole (število učencev v učilnici).

SKLEP. Potrebno je neposredno sodelovanje med občino in šolo za ustvarjanje zdravega šolskega okolja. Včasih lahko izboljšave procesov hkrati rešijo več težav in prihranijo tudi ekonomski primankljaj. Izkušnje, pridobljene z ogledom dobrih praks, so bile uporabljene v kasnejših fazah projekta pri pripravi nacionalnih akcijskih načrtov.

LITERATURA.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
- Cincinelli A, Martellini T. Indoor Air Quality and Health. Int J Environ Res Public Health 2017; 25;14(11): 1286.
- Svetovna zdravstvena organizacija (2004). Children's health and the environment. Geneva, Switzerland.
- Svetovna zdravstvena organizacija (2010). Guidelines for Indoor Air Quality: selected pollutants. Copenhagen, Denmark.

4.1

BENCHMARKING: REVIEW OF GOOD PRACTICES IN THE FIELD OF INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOL BUILDINGS

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ¹Peter OTOREPEC, ¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ²University of Ljubljana, Faculty of Medicine, Ljubljana, Slovenia

Keywords: *benchmark visit, primary schools, indoor air quality, healthy school environment*

ABSTRACT. Indoor or outdoor air pollution is a major environmental health concern and it can lead to serious health effects. With the benchmarking around Europe we aimed to visit such schools, networks and/or research consortia that have long term experience in healthy school policy, school physical & social environment and community link. The experiences and best practices from benchmarking will contribute to make the communication and knowledge flow among the different actors effective and to compile sustainable indoor air quality action plans for the schools. We chose 5 different schools in Austria and Finland, which were visited by project partners in year 2017/2018. We based on examples of good practice from indoor air quality. Based on a review of good practices, we have prepared a table listing lessons learned and proposed action plans for the Central Europe. Lessons learned from benchmarking were used in later stages of the project when preparing national action plans.

INTRODUCTION. Indoor or outdoor air pollution is a major environmental health concern and it can lead to serious health effects. Much progress has been made in the EU to improve outdoor air quality and reduce the emission of pollutants. We spend most of our time indoor, and according to the literature, the most vulnerable population are children aged 6-14. Therefore it is important to create healthy school environments.

AIM. With the benchmarking around Europe we aimed to visit such schools, networks and/or research consortia that have long term experience in healthy school policy, school physical & social environment and community link. In the partner countries there is a severe lack of policy measures and gap in understanding of the health risks and threat of uncontrolled indoor air and environment. However in some European countries the policy and legal framework, as well as the schools themselves are well advanced to manage the challenges of school health. The experiences and best practices from benchmarking will contribute to make the communication and knowledge flow among the different actors (sectoral, social and scientific) effective and to compile sustainable indoor air quality action plans for the schools. Benchmarking will provide good opportunity to see technical & technological solutions, which are made with health-conscious and are energy efficient.

METHODS. We chose 5 different schools in Austria and Finland, which were visited by project partners in year 2017/2018. Project partners participated in one or both of the two benchmark visits representing European best practices and matching their needs identified by the SWOT analyses. Visiting schools were:

- **Benchmark visit 1: Austria, 29th and 30th of November 2017**

School 1: Childcare centre Maria Enzersdorf near Vienna (MAAG + illiz architektur).

The visit was guided by the author of the school, architect Stefanie Wögrath and representative of the Municipality Vienna. They showed us the school, with the focus on ventilation systems and indoor air quality. Moreover, they explained us how the situation with school building and renovations in Vienna is.



Figure 1: Classrooms – windows: natural light, natural ventilation (left); Corridors - ventilation line – connection between corridor and classroom (right) (source: InAirQ team)

School 2: Volksschule Graz-Mariagrun (<http://www.volksschule-mariagruen.at/>)

The visits were organized by Armin Knotzer from AEE – Institute for Sustainable Technologies, in collaboration with the headmasters of both schools. They showed us the school, with the focus on ventilation systems and indoor air quality.



Figure 2: Classroom and dynamic learning space (source: InAirQ team)

School 3: Primary School Hausmamstaaten.



Figure 3: Classrooms (source: InAirQ team)

- **Benchmark visit 2: Finland, 21st and 22nd of May 2018**

School 1: Saunalahti school

The visit was guided by the Vice President of the school, Minna Welin. They showed us the school, with the focus on ventilation systems and indoor air quality. Moreover, they explained us the new school curriculum, which was accepted on the national level in 2016 and which has a big influence on the design of the school buildings. The School of future in Saunalahti is the first school integrated multipurpose building in Espoo: full day day-care center, school, public library, youth centre and many activities after schooldays. The design of this house has emphasized safety and flexibility, fitted on the site and is very aesthetical. It was designed by Verstas Architects. It presents the Centre of the new area, the first big building in this area.

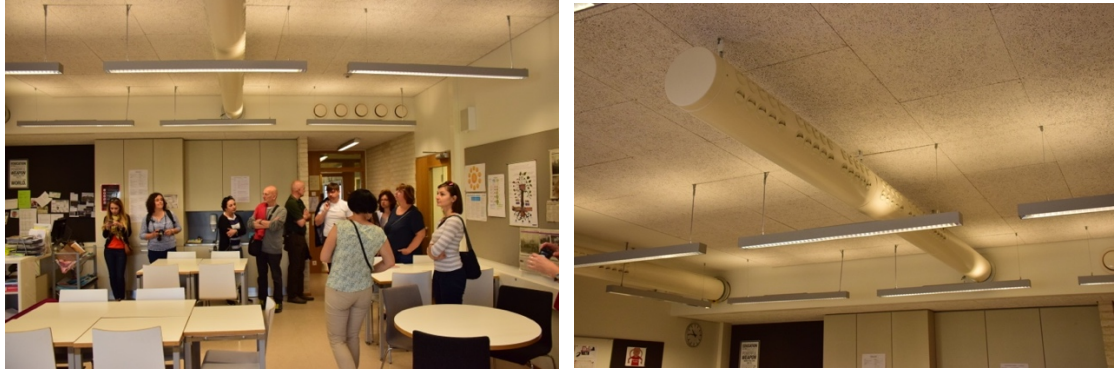


Figure 4: Classroom and mechanical ventilation (source: InAirQ team)

School 2: Different schools in Municipality Sipoo, organized by Municipality Sipoo.

In Sipoo the philosophy in planning the new and renovated school buildings is based on the triplet of pedagogy (the new curriculum), space efficiency (economy) and architecture. The buildings are planned to enable multiple uses which rises the utilization rate of the building. All the projects are done in cooperation between the departments of real estate management and education of Sipoo municipality. The good indoor quality is a basic requirement for all buildings.

In Finland the new curriculum for primary and secondary school was launched in 2016 (and also for the early childhood education a bit later). The curriculum also affects the design and planning of the school buildings. According to the new curriculum the learning environments become more versatile. The old classroom-based teacher-drawn learning transforms into learning by experiencing and phenomenon-based learning. That also means new requirements for the learning environments. The learning environments can be living room –like spaces for one or many classes to small quiet spots for one person. The curriculum emphasizes that the learning environments can be found in- or outdoors which means that the schools no more just a building but it expands into nearby playgrounds, forests and nature.

Through our visit of Municipality Sipoo we learnt more about schools in Sipoo, good indoor quality as a basic requirement for all buildings, the process for good indoor air, air ventilation system management in Sipoo, and we visited two schools in Nikkila, Village school and Soderkulla School in Opintie (presenters: Suvi Tuiskunen, Lari Siren, Juha Pohjonen, Pekka Nirhamo).



Figure 5: MEP room (source: InAirQ team)

RESULTS AND DISCUSSION. Based on a review of good practices, we have prepared a table listing lessons learned and proposed action plans for the Central Europe.

Topic	Element	Lessons learned from BV	Proposed action plan
PROCESS IMPROVEMENT	Cleaning process	BV2/FINLAND: using ecofriendly cleaning products	Use cleaning products with the least adverse impact on human health, more natural cleaners.
	Maintenance	BV2/FINLAND: Permanently well maintained building	Regular inspection of the rooms and quick action and remediation in case of leakage of water and accumulation of moisture in the school buildings
	Monitoring	BV2/FINLAND: Inspection of building is carried out by the municipality.	Regular inspections of school buildings carried out by municipality.
		BV2/FINLAND: Continuous air quality monitoring in classrooms (CO ₂ , T, RH)	Air quality monitors in each classrooms, regular monitoring.
		BV2/FINLAND: Monitoring depends on seasonal parameters (RH, T, moisture).	Monitoring depends on seasonal parameters (RH, T, moisture).
		BV2/FINLAND: Decentralised/centralised CO ₂ controlled mechanical or hybrid ventilation.	Decentralised/centralised CO ₂ controlled mechanical or hybrid ventilation.
BV2/FINLAND: Modern building automation and control system (remote monitoring; performance meter providing summary – infromative format)	Modern building automation and control system.		
TECHNICAL IMPROVEMENT	Natural ventilation	BV1/AUSTRIA: not openable windows, there is only mechanical ventilation – big problem	Need for combination of natural and mechanical ventilation.
	Mechanical ventilation	BV2/FINLAND: mechanical extract and supply ventilation with heat recovery (demand controlled ventilation, operated by temperature, CO ₂ and presence detectors)	Plan for maintenance of HVAC system. The plan should include monitoring, inspecting and cleaning HVAC components such as outside air intakes, outside air dampers, air filters, drain pans, heating and cooling coils, the interior of air handling units, fan motors and belts, air humidification, controls and cooling towers.
		BV1/AUSTRIA: mechanical ventilation in all building.	Mechanical ventilation in all building.
		BV2/FINLAND: Intensive air ventilation system in the dining room.	Intensive air ventilation system (mechanical ventilation) in the dining room.
		BV2/FINLAND: Night ventilation	Night ventilation
		BV1/VIENNA: Innovative ventilation concept, see attached file <i>Bauklimatik UE 2017-10-01-kleines Format.pdf</i>	Innovative ventilation concept – collaboration with MEP from the beginning of design/planning process, interdisciplinary collaboration, innovative concepts integrated into building design.
	Furniture	BV2/FINLAND: using materials with low emissions	Using materials with low emissions.

	Construction material	BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: using prefabricated, high quality wooden facade elements (emissions stays in the factory)	Using prefabricated, high quality wooden facade elements (emissions stays in the factory)
		BV2/FINLAND: using a lot of concrete with low VOC emission	Using a lot of concrete with low VOC emission
	Windows / glass facade	BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: Big windows surfaces	<i>*Impact on well-being</i>
		BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: Shading system (lower temperature)	Shading systems.
	Flooring:	BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: Mainly parquete (natural element)	Change of flooring with healthy building materials (use of parquet).
	Walls	BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: Walls without any paintings	Less decoration on walls.
	Greenery	BV2/FINLAND: A lot of plants in classrooms.	Placing greenery/plants in classrooms, taking care of them.
FUNDINGS	Owner	BV2/FINLAND: municipality is the owner of the building and have bigger role in the maintainance/ funding distribution etc. (vice president of the school has less power than in other EU countries).	Smart management of buildings, comprehensive management of the design and maintenance of school buildings.
BUILDING LOCATION	Urban planning	BV1 &2/AUSTRIA & FINLAND: Location near greenery, in the low polluted area, not busy roads nearby, not near industry sources	Choosing good location for new school buildings: Location near greenery, in the low polluted area, not busy roads nearby, not near industry sources.
		BV2/FINLAND: urban planning implementation of school building based on the bioclimatic approach (sunlight, noise, comfort, IAQ, low level of outdoor air emissions etc.)	Urban planning implementation of school building based on the bioclimatic approach (sunlight, noise, comfort, IAQ, low level of outdoor air emissions etc.)
APPROACH / PLANNING PROCESS	Comprehensive approach (planning phase)	BV2/FINLAND: Comprehensive approach while designing school building: municipality and government (with professionals: architects, urban planners, CMs, SEs, MEPs, LCFMs, public health experts, economists etc. – interdisciplinary teams), parents, school staff, children. For example Sipoo: Municipality manager – Management team – Different departments (Centre for development and land use planning, Economic and Administrative Centre, Social and Health Department, Department of Education, Department of Technology and Environment)	Comprehensive approach while designing school building
		BV2/FINLAND: New concept of designing school buildings: school building is not just a school building but a building combining different functions: community center, youth center, library etc.	New concept of designing school buildings
		BV2/FINLAND: Functional and logical planning of the building.	Functional and logical planning of the building.

	Planning process	BV2/FINLAND: Research plan → Investigations → Repair plan/repairs → Follow up	New planning process: Research plan → Investigations → Repair plan/repairs → Follow up
	Curriculum	BV2/FINLAND: Provided in the national level by governments, it was changed in 2016, new school curriculum has a huge effect on the design of the building and also planning process (new learning environments); teamwork, »flexible« classrooms, for different users	Change of curriculum (national level).
QUALITY OF SCHOOL ENVIRONMENT	Room distribution	BV2/FINLAND: Multifunctional areas, transparent, separable inner spaces (using mobile walls, sliding doors) for education and culture to the whole community – all places are »learning spaces« (comprehensive approach: learning, physical activity, life skills); »building serves the user«	Multifunctional spaces, new mobile furniture. <i>*impact more on well-being</i>
		BV2/FINLAND: Central dining hall	All meals in one space, not in all classrooms (centralised).
		BV2/FINLAND: integrated inner and outside places for lectures	Integrated inner and outside places for lectures
RENOVATIONS	Insulation	BV2/FINLAND: In the same time with thermo- modernisation it is necessary to execute the modernisation of the heating system in combination with the ventilation system	In the same time with thermo-modernisation it is necessary to execute the modernisation of the heating system in combination with the ventilation system
OTHER IMPROVEMENTS	Legislations	BV2/FINLAND: Establishing the law regulations - monitoring parameters (CO ₂ , T, RH), regulations for schools (number of pupils in classroom)	Establishing the law regulations - monitoring parameters (CO ₂ , T, RH), regulations for schools (number of pupils in classroom)

CONCLUSION. To conclude, direct collaboration between municipality and school is important to create healthy school environment. Sometimes process improvements could solve more issues at the same time and could also save some money. Lessons learned from benchmarking were used in later stages of the project when preparing national action plans.

LITERATURE.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
- Cincinelli A, Martellini T. Indoor Air Quality and Health. Int J Environ Res Public Health 2017; 25;14(11): 1286.
- Svetovna zdravstvena organizacija (2004). Children's health and the environment. Geneva, Switzerland.
- Svetovna zdravstvena organizacija (2010). Guidelines for Indoor Air Quality: selected pollutants. Copenhagen, Denmark.

4.2

METODOLOŠKI PRISTOP SPREMLJANJA KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA V OSNOVNIH ŠOLAH

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ³Dr. Tamas SZIGHETI, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ³National Public Health Center, Budapest, Hungary

Ključne besede: *ocena ranljivosti, SWOT analiza, meritve, kakovost notranjega zraka, šolsko okolje*

IZVLEČEK. Otroci kot najbolj ranljiva populacija v šolskem okolju preživijo približno 8 ur na dan. Zato je pomembno ustvariti zdravo šolsko okolje in spremljati različne parametre, ki so jim izpostavljeni. Glavni namen naše raziskave je pripraviti uporaben metodološki pristop, ki bi ga lahko (bi ga morale) uporabljati vse osnovne šole v Srednji Evropi. Za spremljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih je bila uporabljena kombinacija metodoloških pristopov: ocena ranljivosti, SWOT analiza in ocena stanja na terenu. Raziskava vrst in stanja šolskih zgradb je bila opravljena med 51-imi osnovnimi šolami (50 šolskih stavb) v Mestni občini Ljubljana. SWOT analiza je temeljila 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. Meritve kakovosti notranjega zraka in ocena zdravstvenega stanja ter dobrega počutja otrok so bile izvedene v 12-ih izbranih osnovnih šolah. V nadaljnji fazi je potrebna priprava smernic za oblikovanje novih šolskih zgradb in njihova vključitev v zakonodajo.

1 UVOD

Otroci kot najbolj ranljiva populacija v šolskem okolju preživijo približno 8 ur na dan. Zato je pomembno ustvariti zdravo šolsko okolje in spremljati različne parametre, ki so jim izpostavljeni (svetlobo, kakovost notranjega zraka, temperatura zraka itd.). V predstavljeni raziskavi se osredotočamo na kakovost notranjega zraka v šolskih prostorih. Spremljanje kakovosti zraka v osnovnih šolah bi morala biti razdeljena v več stopenj, od analize do meritev in priprave akcijskih načrtov.

2 NAMEN

Glavni namen naše raziskave je pripraviti uporaben metodološki pristop, ki bi ga lahko (bi ga morale) uporabljati vse osnovne šole v Srednji Evropi. Raziskava je potekala v okviru projekta Interreg "Mednarodni prilagoditveni ukrepi za celostno upravljanje kakovosti notranjega zraka (InAirQ)".

3 METODE

Za spremljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih so bile uporabljene naslednje metode: ocena ranljivosti, SWOT analiza in ocena stanja na terenu (ocena zdravja in dobrega počutja otrok, karakterizacija šolske zgradbe z opazovalno listo, ocena kakovosti zraka v notranjih prostorih – meritve kakovosti notranjega zraka).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Ocena ranljivosti

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 regiji¹

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

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). Nekatere 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.

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

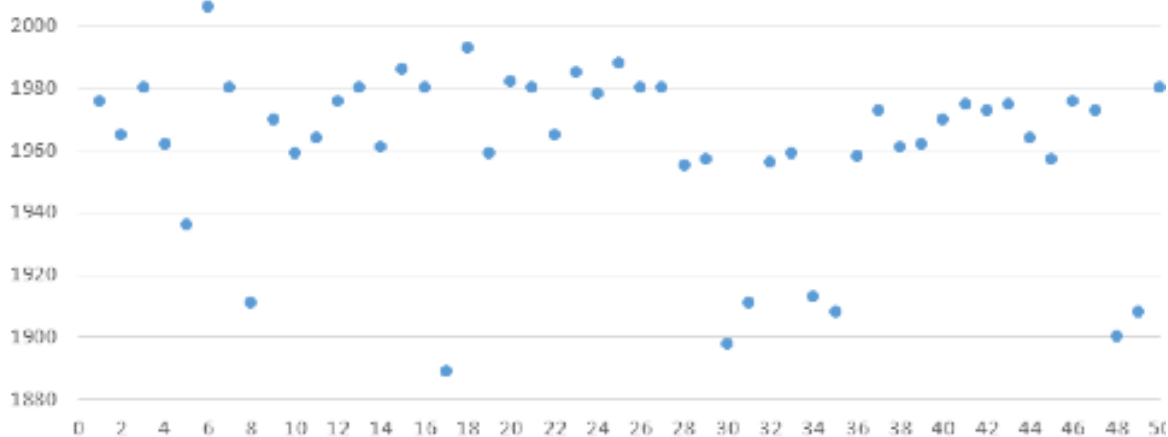
Zgrajeno v letih 1961-1970 = 10 šol

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 (vir InAirQ Slovenia)

Ukrepi

Zaradi zmanjšanja toplotne izgube se predlagajo naslednji ukrepi:

¹ Viri: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, povezave: <https://kerka1.mss.edus.si/registrirzeb/Seznam1.aspx?Seznam=2010> and <https://kerka1.mss.edus.si/registrirzeb/Seznam1.aspx?Seznam=2020>

- 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. Ocenjujemo pomanjkljivosti na področju zakonov za projektiranje šolskih stavb v Sloveniji. Prav tako ni posebnih smernic za spremljanje kakovosti zraka v šolskih prostorih.

4.2 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.

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.

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).

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 (CO₂, Rn, NH₃, H₂CO, VOC, CO, O₃, PM₁₀). Vendar pa vodstva šol premalo nadzorujejo zahteve/zakone in na splošno premalo poznajo vse zakonske 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 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 energetski 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.

Financiranje

Ministrstvo za izobraževanje običajno financira samo tehnologijo ali drugo opremo, v stavbo ne investira. Lastnik šolske stavbe je običajno občina in od njih 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.

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

Trenutno stanje uporabljene tehnologije/ materialov

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

Table: ponavadi klasične table na kreda.

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.

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.

Širjenje znanja in večja ozaveščenost vodstva šol o zagotavljanju dobre kakovosti zraka - LAQ

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, Ministrstvo 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_11012017.pdf).

Trendi v javnem zdravju, ki lahko vplivajo na LAQ

Na področju preučevanja vpliva onesnaževal zunanjega 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 onesnaževalom 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 dejavnih 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 opravljeni 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 dejavnih 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).

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.).

Povzetek analize SWOT

	Notranja analiza	
SWOT orodje za analizo	<p>PREDNOSTI <i>Kaj negativno vpliva na šolsko okolje v zvezi s kakovostjo notranjega zraka (IAQ)?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Učitelji med odmori odpirajo okna (pomanjkanje merljivih podatkov). 2. Uporaba čistilnih sredstev, ki ne vplivajo na kakovost zraka. 3. Centralno ali daljinsko ogrevanje. 4. Kajenje v stavbi ni dovoljeno. 5. Večinoma ni azbesta v šolskih stavbah v Sloveniji in večinoma ni označen kot območje, ki je prizadeto z radonom (območja šolskih stavb). 6. Čiščenje: popoldne / zvečer po šolskem času (globinsko čiščenje večinoma vsakih šest mesecev ali vsako leto). 7. Zakonodaja: o mehanskem prezračevanju in o načrtovanju šol (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Pravilnik o energetske učinkovitosti stavb in Navodilo za gradnjo osnovnih šol v Sloveniji). 8. Brošure o IAQ Nacionalnega inštituta za javno zdravje. 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). 10. Vse šole imajo Energetske izkaznice. 	<p>SLABOSTI <i>Kaj negativno vpliva na šolsko okolje v zvezi s kakovostjo notranjega zraka (IAQ)?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Večina šol v učilnicah nima mehanskih prezračevalnih sistemov. 2. Klimatska naprava samo v nekaterih delih šolske zgradbe (običajno ne v učilnicah). 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 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) 5. Pomanjkanje ustrezne opreme za preverjanje vrednosti pretoka zraka v prezračevalnih kanalih - v učilnicah. 6. Ni nobenih posebnih smernic ali pravil za spremljanje kakovosti zraka v šolah. 7. Oprema: pomanjkanje pozornosti pri izbiri materialov, pri izbiri prevladuje cena. 8. Pomanjkanje zakonov za projektiranje šolskih stavb v Sloveniji, s posebnim poudarkom na higienskih in tehničnih zahtevah za osnovno šolo. 9. Uporaba kemikalij za čiščenje tal in mize. 10. Ni interdisciplinarnega sodelovanja med različnimi akterji / deležniki.

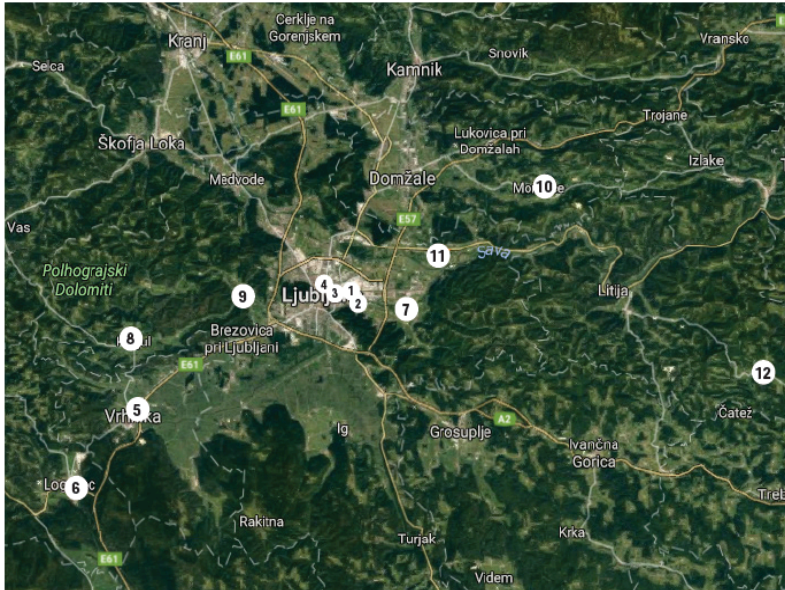
Zunanja analiza	<p>PRILOŽNOSTI <i>Kakšne so priložnosti za izboljšanje kakovosti notranjega zraka (IAQ) v šolskem okolju??</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Priporočila odgovornih organov (npr. Nacionalnega inštituta za javno zdravje, Ministrstva za zdravje). 2. Usmeritve in priporočila, razvita v okviru projektov za izboljšanje kakovosti zraka v šolah. 3. Proces termo-modernizacije šol. 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. 	<p>Strategije za priložnosti in prednosti (OS) <i>Kako lahko s prednostmi izkoristimo priložnosti?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dvig osveščenosti - razdelitev brošur Nacionalnega inštituta za javno zdravje med šolami. 2. Pravilna izbira materialov in tehnoloških procesov, ki se uporabljajo pri termo-modernizaciji šole. 3. Uporaba smernic in priporočil, razvitih pri projektih za izboljšanje kakovosti zraka v šolah. 4. Popraviti / očistiti prezračevalne naprave med postopkom termo-modernizacije. 5. Možnost urejanja poteka aktivnosti učencev glede na kakovost zunanjega zraka. 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). 7. Potreba po daljši prenovi (doslej ni bilo mehanskega prezračevanja, doslej le delne prenove). 	<p>Strategije priložnosti in slabosti (OW) <i>Kako lahko premagamo slabosti, če izkoristimo priložnosti?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pravilnik o kakovosti notranjega zraka (IAQ) v šolah. 2. Priprava smernic za gradnjo in spremembe v sodelovanju s pristojnimi ministrstvi. 3. Predlog za vključitev tematike o kakovosti zraka v učne vsebine v osnovnih šolah. 4. Interdisciplinarni sestanki / konference / usposabljanja o zdravem oblikovanju stavb, zdravem okolju in potencialnem vplivu na zdravje. 5. Razširjanje znanja in večja ozaveščenost šolskega vodstva glede zagotavljanja dobrega IAQ (kakovosti notranjega zraka). 6. Pogosto prezračevanje učilnic (odpiranje oken). 7. Izvajanje pregleda literature in razdelitev izbranih publikacij med šolsko osebje za ozaveščanje o kakovosti zraka. 8. Vgradnja prezračevalnih sistemov z rekuperacijo toplote v celotno zgradbo.
	<p>NEVARNOSTI <i>Katere so nevarnosti, ki lahko negativno vplivajo na kakovost notranjega zraka (IAQ) v šolskem okolju?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Okolica šole (industrija).² 2. Močan promet (med 12 šolami 9-krat zelo velik, velik ali srednje velik promet). 3. Prodiranje velikih količin prahu v notranje šolsko okolje od zunaj. 4. Veljavni zakonski predpisi - pomanjkanje podrobnih zahtev za zagotavljanje ustreznih parametrov zraka v šolskih prostorih. 5. Pomanjkanje sredstev za potrebna popravila. 6. Pomanjkanje sredstev za vgradnjo sodobnih prezračevalnih sistemov. 7. Nizka ozaveščenost o kakovosti zraka v zaprtih prostorih pri starših, ki sodelujejo pri nakupu materialov za notranjo opremo in pohištvo. 	<p>Strategije ogroženosti (TS) <i>Kako lahko uporabimo Prednosti, da se izognemo nevarnostim?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Izbira pravega časa za čiščenje / manjša popravila. 2. Pogosto čiščenje in natančno odstranjevanje plasti prahu. 3. Upočasniti promet v okolici šole (npr. zaprositi lokalne organe o postavitvi ležečih policajev na cesti v okolici šole). 4. Prošnja za dodatna sredstva pri lokalni samoupravi na podlagi priporočil po pregledu 5. Izvajanje pregleda literature in razširjanje izbranih publikacij med starši za ozaveščanje o kakovosti zraka. 	<p>Strategije nevarnosti in slabosti (TW) <i>Kako lahko zmanjšamo pomanjkljivosti in se izognemo nevarnostim?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ozaveščanje o kakovosti zraka v notranjih prostorih med šolskim osebjem in starši učencev. 2. Izboljšanje vključenosti šolskega osebja in staršev v ukrepe za izboljšanje kakovosti notranjega okolja v šolah. 3. V šolah ustvariti organ, ki bo odgovoren za zagotavljanje ustreznih kakovosti zraka v notranjih prostorih. 4. Kmetijstvo v bližini.

Tabela 2: SWOT analiza

4.3 Ocena stanja na terenu – meritve kakovosti zraka v izbranih osnovnih šolah

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

² Podrobne analize šolskih zgradb so v poročilu projekta InAirQ.



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

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.

4.3.1 Ocena zdravja in dobrega počutja otrok

Zbiranje podatkov:







- 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
- Otrokovno dožemanje šolskega okolja.

4.3.2 Lastnosti šolskih zgradb, pridobljene z opazovalno listo

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 _{2,5} CO ₂		Zaves, linolej, kreda, parkirišče ob učilnici, staro pohištvo, dekoracija (likovni pouk, lepila), rastline	Parkirišče, kurilnica, kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 kurilnica, 2 prometna cesta, 3 parkirišče</i>
02	-mesto, stanovanjska soseska -1981 - beton - veliko prometa	Benzen PM _{2,5} CO₂ Relativna vlažnost			Parkirišče, prometna cesta, industrija, kurilnica, prašna mesta (klet), poškodbe zaradi vode <i>Zunanji viri: 1 parkirišče, 2 prometna cesta, 3 tržnica, 4 kurilnica, 5 kmetijstvo</i>
03	-mestno središče -1884 (razširitev 1950) - prenova delov (električni kablji, učilnice) - opeka - veliko prometa	Benzen PM _{2,5} CO ₂ Relativna vlažnost		Zaves, dekoracija (likovni pouk), linolej, kreda, pohištvo ni tako staro Zunanje parkirišče poleg učilnic, učilnica nad parkiriščem, plastična okna	Parkirišče, prometna cesta, poškodbe zaradi vlage, kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 prometna cesta</i>
04	- mestno središče -1908 (razširitev 1976) - opeka, les - srednje veliko prometa	Benzen PM _{2,5} Relativna vlažnost		Okraski (likovni pouk) , lesena tla, krede in pisala, rože (nekaj malih), srednje staro pohištvo, lesena okna	Parkirišče, prometna cesta, železnica v bližini, prašna mesta, poškodbe zaradi vode (klet), kemikalije za čiščenje, <i>Zunanji viri: 1 prometna cesta, 2 železnica</i>
05	- primestje - 2000 - opeka, beton - srednje veliko prometa	Formaldehid		Linolej, dekoracija (srednje), torbe-fotelji, ni starega pohištva, plastična okna	Parkirišče, mizarstvo, prašna mesta (telovadnica, učilnica za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode in vlage (kuhinja, kurilnica, učilnice), čiščenje s kemikalijami Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 proizvodnja, tržnica, objekti lahke industrije, 3 kmetijstvo
06	- manjše mestno središče -1883 (razširitev 1976) - prenova (1996, izolacija) -opeka, beton, kamen - srednje veliko prometa	Benzen PM _{2,5} Relativna vlažnost		Zelo malo dekoracije, lesena tla, flomastri in krede, srednje staro pohištvo, plastična okna	Parkirišče, prometna cesta, odlagališče odpadkov, čistilna naprava, kotlovnica, prašna mesta (učilnica za tehnične predmete, knjižnica), poškodbe zaradi vlage (kuhinja), kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 industrija, 2 glavna cesta, 3 kmetijstvo, 4 odlagališče odpadkov, 5 individualne ogrevalne naprave</i>
07	- primestje -1995 (razširitev 2010) - prenova (2010) - beton - zelo veliko prometa	Benzen Relativna vlažnost		Zelo malo dekoracije, linolej, kreda, rastline (malo), srednje staro pohištvo, plastično okno.	Močno prometna cesta, železnica, prašna mesta (telovadnica, učilnica za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode in vlage (učilnice, hodniki), kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 industrija, 2 glavno železniško vozlišče, 3 individualne ogrevalne naprave, 4 kmetijstvo, 5 glavne ceste</i>
08	- vas -1975 - prenova (2013, okna, izolacija) - opeka, beton, železo - malo prometa	Benzen Formaldehid PM _{2,5} CO ₂ Relativna vlažnost		Malo dekoracije, lesena tla, plastična okna, zeleni prostor okoli šole	Prašna mesta (kotlovnica), poškodbe zaradi vode in vlage (kuhinja, stranišče), kemikalije za čiščenje, industrija <i>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo, 3 industrija (daleč)</i>





09	- manjše mesto -1974 (razširitev 2006) - prenova (2006) - opeka, beton - malo prometa	Benzen Relativna vlažnost		Lesena tla, kreda, parkirišče, dekoracija, plastična okna, srednje staro pohištvo	Parkirišče, kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo</i>
10	- manjše mesto -1967 - prenova (električni kabli, vodovodni sistem) - opeka, beton - zelo veliko prometa	Benzen PM_{2.5} CO ₂ Relativna vlažnost		Ploščice na tleh, dekoracija (malo), kreda, plastična okna, novo pohištvo	Veliko parkirišče, prometna cesta, kurilnica, prašna mesta (učilnice za tehnične predmete), poškodbe zaradi vlage (učilnice), azbest (flokulat), kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 glavna cesta, 2 kmetijstvo (polja), 3 električna industrija</i>
11	-mesto -1972 - prenova (2016, električni kabli, osvetlitev, vodovodni sistem) - opeka, beton - veliko prometa	Benzen Formaldehid PM ₂ CO ₂		Plastična okna, dekoracija, lesena tla, kreda, flomastri	Parkirišče, prometna cesta, kemikalije za čiščenje, kemična industrija <i>Zunanji viri: 1 parkirišče, 2 prometna cesta, 3 kemična industrija, 4 kmetijstvo</i>
12	-vas -1978 (razširitev 2006) - beton - srednje gost promet	Benzen Formaldehid PM _{2.5} Relativna vlažnost		Dekoracija (malo), linolej, kreda, flomastri, zavese, plastična okna, individualno ogrevanje Gradbišče	Parkirišče, prašna mesta (kotlovnica, učilnice za tehnične predmete), poškodbe zaradi vode (učilnice), kemikalije za čiščenje <i>Zunanji viri: 1 cesta v bližini, parkirišče, 2 individualni ogrevalni napravi, 3 kmetijstvo: njive, kmetje, 4 lahka industrija (sadna industrija)</i>
Vse šole: Čiščenje v popoldanskem času					

Tabela 3: Lastnosti šolskih stavb

4.3.3 Ocena kakovosti notranjega zraka: meritve

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

Izvedli smo meritve naslednjih parametrov:

- Temperatura in relativna vlažnost zraka
- delci (PM_{2.5})
- CO₂
- aldehidi (formaldehidi)
- VOC (hlapne organske spojine) (benzen)
- NO₂
- Radon



Slika 4: Notranje merilno mesto



Slika 5: Zunanje merilno mesto

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 (soseka, promet, ogrevanje, industrija).	Delci, NO ₂ , NO _x , 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 poškodb vode, uhajanja vode ...		Mikrobiološka onesnaževala
	Vidna plesen		Alergeni
Konstrukcija zgradbe	Toplotna izolacija	materiali, načrtovanje in izvajanje	Mikrobiološka onesnaževala, raba energije
	Hydroizolacija (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 ₂ , 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 ₂
	Možni hišni ljubljenci v razredu		Mikroorganizmi
Oprema 3 (tehnična oprema)	Računalniška oprema		O ₃ , fenol, toluen, 2-etilheksanol, formaldehid, <i>poveča simptome bolnih stavb, nezadovoljstvo s kakovostjo znanega zraka</i>
	Klima		
Proces	Prezračevanje	Mehansko/ naravno prezračevanje, pogostost	CO ₂ , 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 (IVOC, 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 ₂)	Neprijetne vonjave, delci, prah, CO ₂ ,
	Pisanje na table (kreda, pisala za na table)		Pisala: ↑ PO ₄ ↓ benzen Krede: ↑ Cl, benzen ↓ F
	Število učencev v razredu		CO ₂ , mikroorganizmi
	Otroci, ki obiskujejo pouk, tudi kadar so bolni		Mikroorganizmi
	Vzdrževanje	Čiščenje (procesi in čistila)	Kdaj? Kako pogosto? Katere kemikalije se uporabljajo za čiščenje?
Uporaba naravnih čistil			VOC, ftalati, formaldehid, benzen, Cl ₂ , NH ₃
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 4: Povezava med gradbenimi elementi in možnimi onesnaževali

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

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

6 LITERATURA.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Kopenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

4.2**METHODOLOGICAL APPROACH OF MONITORING INDOOR AIR QUALITY IN PRIMARY SCHOOLS**

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ³Dr. Tamas SZIGHETI, ¹National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ³National Public Health Center, Budapest, Hungary

Keywords: *vulnerability assessment, SWOT, monitoring campaign, indoor air quality, school environment*

ABSTRACT. Children are the most vulnerable population, who spent in school environment around 8 hours per day. Therefore it is important to create healthy school environments and monitor different parameters. The main aim of our research was to prepare specific methodological approach, which could/ should be used by all primary schools in Central Europe. Following combination methods were used to monitor indoor air quality: vulnerability assessment, SWOT analysis and the field campaign. The research on the types of school buildings and the state of the school buildings was done among 51 primary schools (50 school buildings) in the Municipality of Ljubljana. The SWOT analysis is based on the review of following topics: education policy, legislations, financial environment, stakeholders' involvement, current state of the applied technology, possibility of modern technology development and innovation, dissemination of knowledge and increase of awareness of schools management regarding to ensure the good IAQ, trends in public health that may affect the IAQ and location. The field campaign and health and wellbeing assessment of children was done in 12 chosen schools. A further step requires the development of guidelines for the design of new school buildings and their incorporation into legislation.

1 INTRODUCTION

Children are the most vulnerable population, who spent in school environment around 8 hours per day. Therefore it is important to create healthy school environments and monitor different parameters (light comfort, indoor air quality, temperature etc.). In this research we focus on indoor air quality. Monitoring indoor air quality in primary schools should be divided in different stages, from analysis to measurements and action plans preparation.

2 AIM

The main aim of our research was to prepare specific methodological approach, which could/ should be used by all primary schools in Central Europe. Research is done as part of Interreg project "Transnational Adaptation Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)".

3 METHODS.

Following methods were used to monitor indoor air quality: vulnerability assessment, SWOT analysis and the field campaign (health and wellbeing assessment of children, characterization of a school building by checklist, assessment of indoor air quality – monitoring campaign).

4 RESULTS AND DISCUSSION.**4.1 Vulnerability assessment**

Primary schools in Slovenia and in Municipality of Ljubljana

In Slovenia there are 447 primary schools, 375 schools are recognized as healthy schools. The research on the types of school buildings and the state of the school buildings was done among 51 primary schools (50 school buildings) in the Municipality of Ljubljana (these are Healthy and Unhealthy schools). This document provides a general overview about the types of school buildings in the Municipality of Ljubljana: the information on the age of school buildings and the extension of renovation of the buildings.

Number of primary schools in Slovenia and Ljubljana health region³

- Number of primary schools in Slovenia: 452
- Number of primary schools in Ljubljana health region: 116

General overview about the types and the state of school buildings in our region: in the Municipality of Ljubljana (MOL)

The partial renovation of buildings was made almost on all 50 school buildings in MOL. Only for two of them (OŠ Livada, built in 1993, and OŠ Dragomelj, built in 2006) no information for building renovation were found.

As main structure material on many older buildings the brick was used (13 buildings), and on newer buildings prevails reinforced concrete.

On the most of school buildings the roof was renovated (39 buildings) and windows were replaced (35 buildings). Some schools decided for plumbing and/or electrical installations (20 schools) and renovation of facade with improved thermal insulation (18 schools).

For the source of energy performance of building the Energy building label ("Energetska izkaznica stavb") was used, the document which exist for app. 30 school buildings in Ljubljana. From this document we took Initial energy input, intended for conversion into heat per unit of building area and annual electricity consumption for building. Based on these documents we prepared two comparison tables with minimal and maximal total energy (in kW/m²a) used for building heating in one year.

The year of School Construction in MOL Ljubljana

Build from 1889-1913 = 8 schools

Build from 1913-1950 = 1 school

Build from 1951-1960 = 8 schools

Build from 1961-1970 = 10 schools

Build from 1971-1980 = 17 schools

Build from 1981-1990 = 4 schools

Build from 1991-2000 = 1 school

Build from 2000-2017 = 1 school

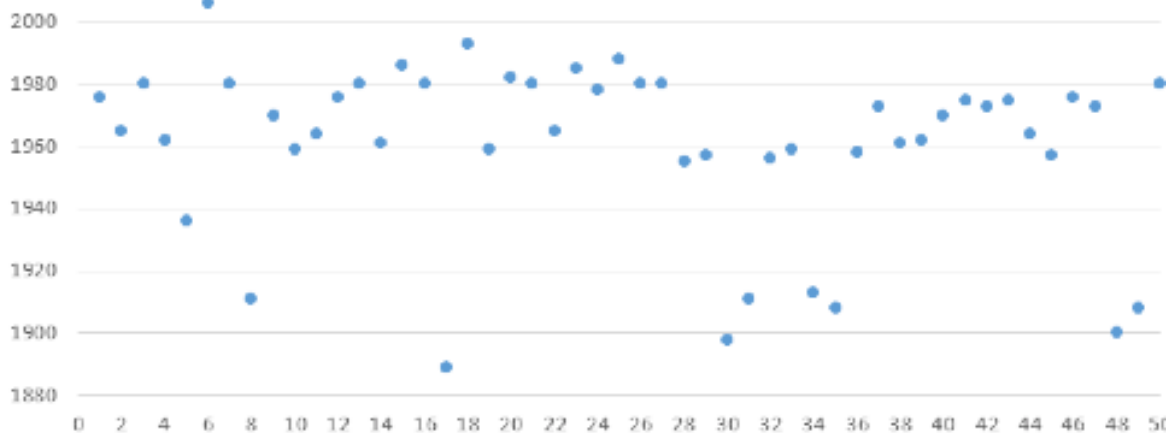


Figure 6: The year of construction of school buildings in MOL

³ Sources: Ministry of Education, Science and Sport. Links: <https://kerka1.mss.edus.si/registrirane/Seznam1.aspx?Seznam=2010> and <https://kerka1.mss.edus.si/registrirane/Seznam1.aspx?Seznam=2020>

Actions

Due to the reduction of heat loss the following actions are proposed:

- In buildings with high energy consumption the installation of additional thermal insulation of appropriate thickness for the entire building envelope is proposed.
- In buildings with very poorly insulated attic the installation of additional soft thermal insulation is proposed.
- Replacement of windows with low heat losses.
- Installation of ventilation systems with heat recovery for the entire building. The ventilation system should be carried out by several local ventilation devices which are placed in specific locations on each floor of the building.
- The establishment of automatic control system of the heating system by installing thermostatic valves on radiators.
- Replacing older lighting lamps with newer less conception technologies (LED Panels).
- The introduction of organizational actions for regularly switching off lights, switching off electrical and electronic devices that are not in use. These are basic measures to reduce energy consumption in a building, while not causing additional costs.

To conclude there is poor data on indoor air quality in schools in the Municipality of Ljubljana. Moreover, we noticed the lack of laws for designing school buildings in Slovenia. There are also no special guidelines or rules on monitoring indoor air quality in schools.

4.4 SWOT analysis

The SWOT analysis is based on the review of following topics: education policy, legislations, financial environment, stakeholders' involvement, current state of the applied technology, possibility of modern technology development and innovation, dissemination of knowledge and increase of awareness of schools management regarding to ensure the good IAQ, trends in public health that may affect the IAQ and location.

Education policy

In general, there are between 16 (minimum) and 28 (maximum) pupils in one class (if there is a kid with special needs, the maximum number is reduced). Based on the research⁴ there are usually 23 kids in one class⁵.

The theme indoor air quality is not included in the learning content of basic education system. Moreover, teachers open windows based on their self-assessment (there is no general rule how often they should open windows). The task of headmaster is to draw attention to the poor air quality in classrooms.



Figure 7: Primary school Karl Destovnik Kajuh (Sources: Personal archive).

⁴ The interview with headmistress of the Primary school Karl Destovnik Kajuh.

⁵ 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).

Legislations

There is no independent legal act on the hygienic and technical requirements for primary schools. The individual factors that influence the indoor air quality are considered separately.

Rules on the ventilation and air-conditioning of buildings (Ur. l. RS, no. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1) provides for requirements in terms of temperature, ventilation, and the values of certain pollutants in the indoor air (CO₂, Rn, NH₃, H₂CO, VOC, CO, O₃, PM₁₀). However, there is lack of control over the requirements and knowledge of the requirements by the management of schools.

Communicable Diseases Act (Ur. L. RS, no. 33/06 - UPB) for natural and legal persons and institutions responsible for health commits to the implementation of general measures which, in accordance with special regulations provide an adequate indoor air quality area. The disadvantage of the law is a bad control of the implementation of a general measure and that the relevant air quality is not precisely defined. We propose a precise definition of the term indicator of air quality pollutants and their thresholds.

Regulation on energy efficiency in buildings (Ur. l. RS, no. 52/10) allows the implementation of a hybrid or mechanical ventilation when natural ventilation is not possible. Built-in mechanical or hybrid ventilation systems of buildings must ensure effective heat recovery air.

Financial environment

The Ministry for education usually finance only technology or other equipment, they don't invest in the building. The owner of the school building is usually municipality and it depends on them, how much money they will invest in renovation or reconstruction of the building. There is lack of money for school renovation, usually the renovations are partial (for example roof, façade etc., rarely they add mechanical ventilation in the whole building).

Stakeholders' (including authorities) involvement

In the design, maintenance and use of school building are involved different people, from government to profession and public (Table 1).

GOVERNMENT	PROFESSION	PUBLIC (=users)
AUTHORITIES: - Ministry for education, science and sport - Ministry of health - Ministry of the Environment and Spatial Planning NATIONAL INSTITUTIONS: - National institute of Public Health - Slovenian Environment Agency - Universities (Medical faculty, Faculty of health science, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Faculty of Architecture) MUNICIPALITIES: - Municipality of Ljubljana	EMPLOYEES: - management - teaching staff - technical/ support staff (janitor, cleaners) DESIGNERS: - architects - civil and geodetic engineers - mechanical engineers - urban planners - contractors HEALTH CARE WORKERS (part of Healthy school initiative) PUBLIC HEALTH PROFESSIONALS - public health experts - pediatrics - environmental health engineers	PARENTS (indirect impact) PUPILS (direct impact) COMMUNITY

Cleaners: they have their rules, all cleaning materials are set; when they clean the classroom, they open the window; they need to attend the trainings about cleaning materials, elements.

Designers: they have a big influence in the planning stage when they can educate investors and future users about the importance of indoor air quality.

Parents: they can donate some equipment or furniture; they are the bond between pupils and teachers; they can raise awareness on indoor air quality among their pupils.

Community: In general, the community is bigger and more involved in the school in smaller towns.

Table 5: Different people from government to profession and public involve in the design maintenance and use of school building include in the SWOT analysis.

Current state of the applied technology

Construction materials: the most common building material are concrete and brick.

Boards: usually there are chalkboards.

HVAC systems: always in kitchen (12/12), sometimes in the gym (3/12), offices (3/12), computer room (1/12), school dining room (1/12), school hall (2/12), some classrooms (2/12), the whole building (1/12)⁶.

Air conditioning: usually there is AC only in some rooms (e.g. kitchen) and not in all classrooms.

Kitchen usually doesn't have windows, there is usually only mechanical ventilation – consequence is outdoor around the school.

Building finishing and furnishing: furniture is bought through tenders, and it doesn't involve hazard materials.

Possibility of modern technology development and innovation

Boards: classical chalk boards should be replaced with modern technology, smart boards.

HVAC systems should be implemented in all room in the school building (not only kitchen, also in the classrooms).

Air conditioning should be implemented in all classrooms (in the whole building).

Kitchen should be located away from other rooms, where pupils spend the most time.

Dissemination of knowledge and increase of awareness of schools' management regarding to ensure the good LAQ

Dissemination and awareness of teachers currently does not take place. So far there are no trainings on indoor air quality by Healthy Schools Network or by any other institution (National institute of Public Health, Ministry of Health).

We suggest dissemination and awareness raising of educational staff and the general public (maybe through a network of Healthy Schools led by National institute of Public Health - the network includes 70% of elementary schools in Slovenia).

Good opportunity present document prepared by working group in National institute of Public Health with title Indoor air quality – Guidelines for general public (available on National Institute website:

http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_priporocila_za_prebivalce_zadnja_11012017.pdf).

Trends in public health that may affect the LAQ

In the field of studying the impact of outdoor air pollutants on health there have been carried out several national and worldwide epidemiological studies and international projects. On the other hand, the scientists and experts are realizing that people spend more time indoors where are present numerous harmful substances Field of the exposure to the indoor air pollutants is poorly studied. From the methodological point of view based on the evidence-based public health activities at this suggest several challenges. Challenges are associated with the possibility to obtain data about the type and concentration of pollutants in the indoor air and other risk factors biased on of which we will be able to define health effects. For preparation of these kind of assessments is required active participation of all partners, survey participants and participating organizations / institutions, health and environmental experts, as well as support of local, regional and national authorities is needed (implemented of health impact approach from different point of view).

In Europe in the field of IAQ, so far, have been carried out three major projects (SINPHONIE, TAB and HEIMTSA), whose purpose was to assess the impact of the indoor air quality on the health of children in educational institutions. Research results have been obtained with the purpose of setting up the recommendations and legal bases for improving air quality in indoor environment. In Slovenia, have been, so far carried out two surveys on measuring the carbon dioxide

⁶ The results are based on the research among 12 chosen schools in Slovenia.

concentration in kindergarten indoor environment. The public health possibility to obtain the information about air quality in the school environment, about the definition of the potential effects on health of children and other important risk factors associated with building, social and physical environment and family history, represents Slovenia's participation in the European Interreg project InAirQ (Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management).

Location

Primary schools are usually placed near the main road, there is usually also car park. Moreover, as Slovenia is agriculture country, fields and farmers are usually near schools (agricultural contamination, e.g. problem of fertilizers).

However, as Slovenia is green country, there is usually a lot of greenery around schools (parks, forest, trees etc.).

Summary SWOT analysis

SWOT analysis tool	Internal analysis	
	<p>STRENGTHS <i>What has a positive impact on the school environment regarding IAQ?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teachers open the windows during breaks (lack of measurable data). 2. Use of cleaning products that do not affect the air quality. 3. Central or district heating. 4. Smoking is not allowed in the building. 5. Mostly no asbestos in the school buildings in Slovenia and mostly not designated as a radon-affected area (school building areas). 6. Cleaning: in the afternoon/evening after school time (deep clean mostly every six months or every year). 7. Legislations: on mechanical ventilation and on school design (Regulations on ventilation and air conditioning of buildings, Regulations on energy efficiency in buildings and Instructions for the construction of primary schools in Slovenia). 8. Brochures on IAQ from National Institute of Public Health. 9. The partial renovation of buildings was made almost on all 50 schools in Municipality of Ljubljana: on the most of school buildings the roof was renovated (39 buildings) and windows were replaced (35 buildings). Some schools decided for plumbing and/or electrical installations (20 schools) and renovation of façade with improved thermal insulation (18 schools). 10. All schools have Energy building label. 	<p>WEAKNESSES <i>What has a negative impact on the school environment regarding IAQ?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Most schools do not have mechanical ventilation systems in classrooms. 2. Air conditioning system only in some parts of school building (usually not in classrooms). 3. Low awareness of indoor air quality and no dissemination of knowledge among teachers on indoor air quality: no training for teachers on the indoor air quality, they don't talk about it; IAQ is not included in the learning content of basic education 4. Age of school buildings (majority were built between 1961 – 1980 (44/50 buildings were built before 1980). Mostly only partially restored (for example replacing windows, new ventilation only in 40% of school buildings in the Municipality of Ljubljana) 5. Lack of the proper equipment to check the airflow value in the ventilation ducts / in classrooms. 6. No special guidelines or rules on monitoring indoor air quality in schools. 7. Furnishing: lack of attention to the choice of materials, dominated by price. 8. The lack of law for designing school buildings in Slovenia, with special focus on hygienic and technical requirements for primary school. 9. Using chemicals for floor and desk cleaning. 10. No interdisciplinary collaboration between different actors / stakeholders.

External analysis	<p>OPPORTUNITIES <i>What are the opportunities to improve the IAQ in the school environment?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recommendations of responsible authorities (eg. National Institute of Public Health, Ministry of health). 2. Guidance and recommendations developed in the frame of projects aimed at improving the indoor air quality in schools. 3. Ongoing process of thermo-modernization of schools. 4. Common access to the publication of the air quality, results of measurements of the quality of outdoor and indoor air, the impact of air pollution on human health, including children, and methods to reduce the levels of airborne pollution. 	<p>Opportunity-Strength (OS) Strategies <i>How can we use Strengths to take advantage of Opportunities?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Awareness Raising - dissemination of brochures from National Institute of Public Health between schools. 2. Proper selection of materials and technological processes used in the thermo-modernization of the school. 3. Use of guidance and recommendations developed in projects aimed at improving the indoor air quality in schools. 4. Repair / clean the ventilation ducts during the thermo-modernization process. 5. The possibility of regulating the activity of pupils depending on outdoor air quality. 6. Observation of the incidence of respiratory diseases listed in the literature as associated with air pollution among pupils and undertaking of activities in case of increased morbidity among school children (eg. in selected classes). 7. Need for extended renovation (no mechanical ventilation, only partial renovations so far). 	<p>Opportunity-Weakness (OW) Strategies <i>How can we overcome Weaknesses by taking advantage of Opportunities?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regulations on IAQ in schools. 2. Preparation of guidelines for the construction and alteration in cooperation with the competent ministries. 3. Proposal to integrate the topics of air quality in learning content in primary schools. 4. Interdisciplinary meetings / conferences/trainings on healthy building design, healthy environment, potential impact on health. 5. Dissemination of knowledge and increase of awareness of school management regarding to ensure the good IAQ. 6. Frequent ventilation of classes (opening of the windows). 7. Conducting of the literature review and disseminate selected publications among school personnel to raise awareness of air quality. 8. Installation of ventilation systems with heat recovery for the entire building.
	<p>THREATS <i>What are the threats that can negatively influence the IAQ in the school environment?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Surroundings of schools (industry).⁷ 2. Heavy traffic (among 12 schools 9 times very heavy, heavy or medium traffic). 3. Infiltration of the large amounts of dust into the inside school environment from the outside. 4. Legal regulations in force – lack of detailed requirements for ensuring proper air parameters in school classes. 5. Lack of funds for necessary repairs. 6. Lack of funds for the installation of modern HVAC systems. 7. Low awareness of indoor air quality among parents participating in the cost of purchase interior and furniture materials. 	<p>Threat-Strength (TS) Strategies <i>How can we use Strengths to avoid Threats?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selection of the right time for cleaning / minor repairs. 2. Frequent cleaning and exact removal of layer of dust. 3. Slow down the traffic at schools (eg. to apply to the local authorities about the installation of speed bumps on the road in the school surrounding). 4. Applying for the additional funds to the local self-government on the basis of the post-inspection recommendations 5. Conducting of the literature review and disseminate selected publications among parents to raise awareness of air quality. 	<p>Threat-Weakness (TW) Strategies <i>How can we minimize weaknesses and avoid Threats?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Raising awareness of the indoor air quality among the school staff and parents of pupils. 2. Improvement of the involvement of school staff and parents to take actions towards the improvement of the quality of the indoor environment in schools. 3. Create an authority responsible for ensuring adequate indoor air quality (IAQ) in schools. 4. Agriculture nearby.

Table 6: SWOT analysis

4.5 The field campaign

The field campaign was done in 12 chosen schools.

⁷ Please see detail analyses of 12 chosen schools.

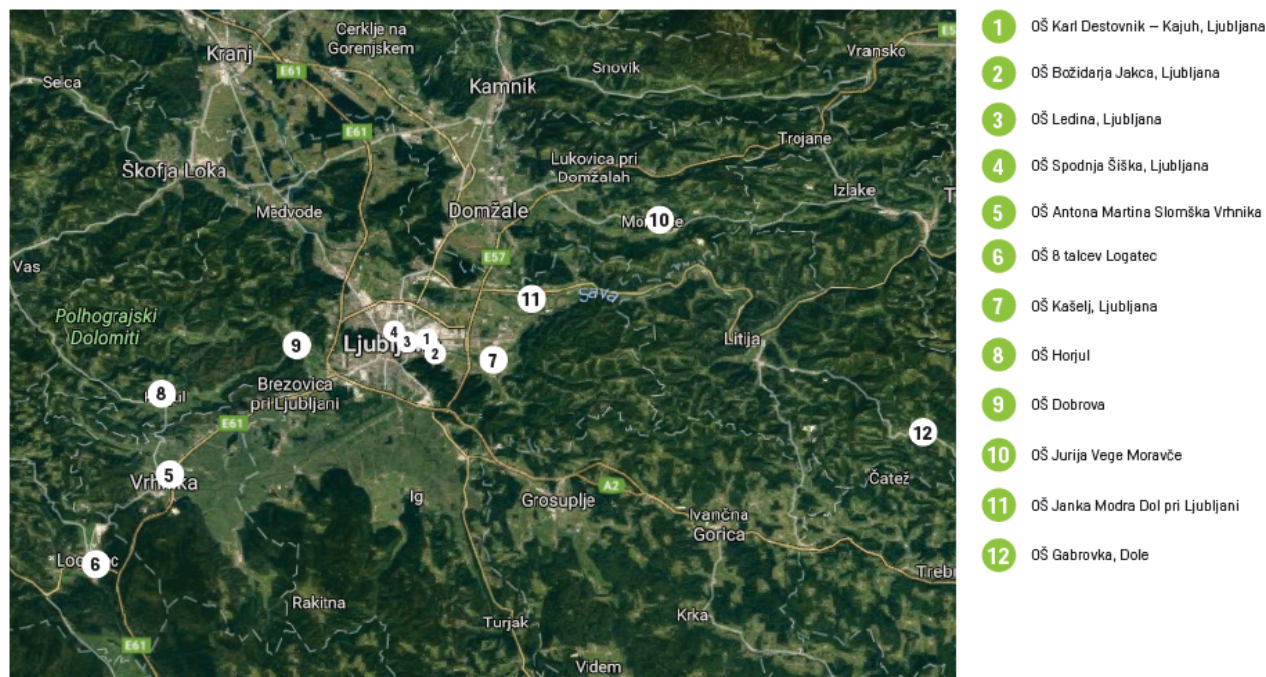


Figure 8: Field campaign in Slovenia

When choosing schools, the following criteria were taken into consideration:

- Location: Rural / urban area (EU nomenclature), Green areas / areas with high traffic / industry
*About half of schools are expected to be in rural areas (large green areas), and half of schools in the urban area (in a large area of transport / industry).
- Ventilation: Natural, Mechanical, Combination of both
- Age of building: <1946, 1946-1960, 1961-1970, 1971-1989, > 1990

Indoor air quality measurements were performed at twelve selected primary schools, which also differed in location:

- 3 primary schools are located in the city center,
- 2 primary schools are located in a residential neighborhood,
- 2 primary schools are located in the suburbs,
- 3 primary schools are located in a larger settlement,
- 2 primary schools are located in the villages.

4.5.1 Health and wellbeing assessment of children

Data acquisition:

- Survey questionnaire on the frequency of illness symptoms, pupils of third grades of elementary schools, 12 schools that were involved in the project.
- The questionnaire was filled in by parents of children.








Response rate: 203/162 (83.74%)


Contents of the questionnaire:

- General information about the child
- Data on pregnancy, childbirth and early childhood
- Information on respiratory and childhood allergies
- Information about the living environment

- Demographic issues
- A child's perception of the school environment

4.5.2 Characterization of a school building by checklist

School	School		Classroom		Other
	Characteristics: location of the school, age, building materials, traffic density nearby	Problems (high concentrations)	Photos of classrooms	Problems that can originate from classrooms	Potential sources of air pollution
01	-Ljubljana, residential -1976 -brick, concrete -light traffic	Benzene Formaldehyde PM _{2.5} CO ₂		Curtains, linoleum, chalk, car park next to the classroom, old furniture, decoration (arts, glues), plants	Car park, heating plant, chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 heating plant, 2 busy road, 3 car park</i>
02	-Ljubljana, residential -1981 -concrete -heavy traffic	Benzene PM _{2.5} CO₂ RH			Car park, busy road, industry, heating plant, dusty places (basement), water damage <i>Outdoor sources: 1 car park, 2 busy road, 3 market facilities, 4 heating plant, 5 agriculture</i>
03	-Ljubljana, city center -1884 (extension 1950) - restoration of some parts (electric cables, classrooms) -brick - heavy traffic	Benzene PM _{2.5} CO ₂ RH		Curtains, decoration (arts), linoleum, chalk, furniture is not so old Outside parking next to the classrooms, classroom above the parking lot, plastic window	Car park, busy road, moisture damage, chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 busy road</i>
04	-Ljubljana, city center -1908 (extension 1976) -brick, wood -medium traffic	Benzene PM _{2.5} RH		Decoration (arts) , wooden floor, chalk and pens, plant (a few small), mid old furniture, wooden windows	Car park, busy road, railway nearby , dusty places (shelter), water damage (basement), chemicals for cleaning, <i>Outdoor sources: 1 busy road, 2 railway</i>
05	-Vrhnika, suburban -2000 -brick, concrete - medium traffic	Formaldehyde		Linoleum, decoration (medium), bag-armchairs, not old furniture, plastic windows	Car park, joiner, dusty places (gymnasium, classroom for technical courses), water and moisture damage (kitchen, boiler room, classrooms), cleaning with chemicals <i>Outdoor sources: 1 main road, 2 production, market, light industry facilities, 3 agriculture</i>
06	-Logatec, city centre -1883 (extension 1976) - restoration (1996, insulation) -brick, concrete, stone - medium traffic	Benzene PM _{2.5} RH		Very little decoration, wooden floor, pens and chalks, mid old furniture, plastic windows	Car park, busy road, waste storage site, cleaning device, boiler room, dusty places (classroom for technical courses, library), moisture damage (kitchen), chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 industry (Obrtna cona Logatec), 2 main road, 3 agriculture, 4 waste storage site, 5 individual heating device</i>
07	-Ljubljana, suburban -1995 (extension 2010) - restoration (2010) -concrete -very heavy traffic	Benzene RH		Very little decoration, linoleum, chalk, plants (little), mid old furniture, plastic window.	Busy road, railway, dusty places (gymnasium, classroom for technical courses), water and moisture damage (classrooms, corridors), chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 industry, 2 main railway node, 3 individual heating device, 4 agriculture, 5 main road</i>

08	-Horjul, village -1975 - restoration (2013, windows, insulation) -brick, concrete, iron - light traffic	Benzene Formaldehyde PM _{2.5} CO ₂ RH		Little decoration, wooden floor, plastic windows, green space around the school	Dusty places (boiler room), water and moisture damage (kitchen, toilet), chemicals for cleaning, medium industry <i>Outdoor sources: 1 main road, 2 agriculture, 3 medium industry – METREL. mehanika etc. (far away)</i>
09	-Dobrova, town -1974 (extension 2006) - restoration (2006) -brick, concrete - light traffic	Benzene RH		Wooden floor, chalk, car park, decoration, plastic windows, mid old furniture	Car park, chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 main road, 2 agriculture</i>
10	-Moravče, town -1967 - restoration (electric cables, water-system) -brick, concrete - Very heavy traffic	Benzene PM_{2.5} CO ₂ RH		Tiles on the floor, decoration (little), chalk, plastic windows, new furniture	Big Car park, busy road, heating plant, dusty places (classrooms for technical courses), moisture damage (classrooms), asbestos (flocclulate), chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 main road, 2 agriculture (fields), 3 medium industry: IMP PROMONT – electric industry</i>
11	-Dol pri Ljubljani, town -1972 - restoration (2016, electric cables, lightening, water-system) -brick, concrete -heavy traffic	Benzene Formaldehyde PM ₂ CO ₂		Plastic windows, decoration, wooden floor, chalk, pens	Car park, busy road, chemicals for cleaning, chemical industry <i>Outdoor sources: 1 car park, 2 busy road, 3 industry – JUB, chemical industry, 4 agriculture</i>
12	-Gabrovka, village -1978 (extension 2006) -concrete - medium traffic	Benzene Formaldehyde PM _{2.5} RH		Decoration (little), linoleum, chalk, pens, curtain, plastic windows, individual heating Construction site	Car park, dusty places (boiler room, classrooms for technical courses), water damage (classrooms), chemicals for cleaning <i>Outdoor sources: 1 road nearby, car park, 2 individual heating devices, 3 agriculture: fields, farmers, 4 light industry (fruit industry) – Presad</i>

All schools: Cleaning in the afternoon

Table 7: Characterization of school buildings

4.5.3 Assessment of indoor air quality: monitoring campaign

The monitoring campaign took place from 13.11.2017 to 16.3.2018, in each school one week.

We made measurements of the following parameters:

- air temperature and relative humidity
- particles (PM_{2.5})
- CO₂
- aldehydes (formaldehyde)
- VOC (volatile organic compounds) (benzene)
- NO₂
- Radon



Figure 9: Internal measuring station



Figure 10: External measuring station

Following table presents connections between different building elements and possible pollutants that could affect on indoor air quality.

	Indicator	What it refers to (more in detail)	Possible pollutants
Location (external environment)	Type of location	Residential, city centre, suburban, town, village	Particles
	Building area / Land / external environment	Away from sources of pollution (neighbourhood, traffic, heating, industry).	Particles, NO ₂ , NO _x , CO, benzene, benzoapiren, etc...
Building characteristics	Building design	Floorplan analysis, separation of the clean and unclean paths, organization of the building premises (spaces)	unpleasant odours
	Type of the building		
	Construction year		
	State of the building	Renovated (windows, insulation, heating, ventilation, etc.)	Pollutants due to new material (), energy use
	History or current visible signs of water damage, leakage ...		Microbiological pollutants
	Visual moulds		Allergens

Building construction	Thermal insulation	materials, planning and implementation	Microbiological pollutants, energy use
	Waterproofing (insulation)	materials, planning and implementation	Dampness (microorganisms)
	Construction	Front, roof, building construction, insulation, windows -Thermal bridges, condensation. Design and implementation of structural parts of buildings (front, roof, building construction, insulation, windows; Thermal bridges, condensation).	Microorganisms
	Materials	Building materials used for construction, isolation, roof covering, etc.	Formaldehyde
MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing)	Ventilation	Proper planning, regular maintenance, toilet facilities adequate ventilation Type, speed, frequency, if ventilation is mechanical: respect of manufacturer's instructions	CO ₂ , other pollutant (from activity and materials in the classroom) (↑ may increase pollutant from the traffic)
	Heating	Heating method (biomass)	Particles, CO, VOC, PAH, benzopyrene, POPs (persistent organic pollutants)
Equipment 1 (built-in equipment)	Flooring		Formaldehyde
	Paints, varnishes, protective coating		Formaldehyde
	Lightening		
Equipment 2	Furniture		Formaldehyde
	Products made by pupils, decorations	Drawings, paintings, art products - paint, adhesives, varnishes	Formaldehyde
	Things children bring to school		
	Pot plants (soil)		↑ microorganisms (moulds), ↓ formaldehyde, CO, benzene, trichloroethylene, CO ₂
	Possible pets in the class		Microorganisms
Equipment 3 (technical stuff)	Computer equipment		O ₃ , phenol, toluene, 2-ethylhexanol, formaldehyde, <i>increase SBS symptoms, dissatisfaction with the perceived air quality</i>
	Air conditioning		
Processes	Ventilation	Mechanical / natural ventilation, frequency	CO ₂ , other pollutant in indoor air (from activity and materials in the classroom) (↑ may increase pollutant from the traffic)
	Humidity control		Microorganisms (general satisfaction with indoor environment)
	Temperature control		Thermal comfort
	Use of air refreshers, purifiers		Phthalates, VOC (TVOC, Total Volatile Organic Compounds), benzene, formaldehyde. Secondary pollutants (Biogenic Volatile Organic Compounds, BVOCs)
	Use of colours (learning activities, arts)		VOC

	Activities in the classroom (eating, "active" games)	Eating in the classroom / in the dining room Activities - Rising dust, increased metabolic rate (CO ₂)	unpleasant odours, Particles, dust, CO ₂ ,
	Writing on boards (pens, chalk)		Pens: ↑ PO ₄ ↓ benzene Chalks: ↑ Cl, benzene ↓ F
	Number of pupils in the classroom		CO ₂ , microorganisms
	Children attending classes even when they are ill		Microorganisms
Maintenance	Cleaning (process and cleaning products)	When? How often? What chemicals are used for cleaning?	Particles, microorganisms
	Use of natural cleaners		VOC, phthalates, formaldehyde, benzene, Cl ₂ , NH ₃
	Maintenance of school furniture (broken, worn out)		
Other	Awareness raising Capacity building trainings	Education, awareness about the importance of indoor air quality	General (also specifically applied to problems each school is facing)
	Monitoring IAQ		

Table 8: Connections between building elements and possible pollutants

5 CONCLUSION. A further step requires the development of guidelines for the design of new school buildings and their incorporation into legislation.

6 LITERATURE.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>
- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

4.3

ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GLEDE IZBOLJŠAV OSNOVNIH ŠOL – ŠTUDIJA PRIMERA OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH

¹Dr. Anja JUTRAŽ, ^{1,2}Dr. Andreja KUKEC, ¹Mag. Simona URŠIČ, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: študija izvedljivosti, kakovost zraka v notranjih prostorih, šolsko okolje, akcijski načrti

IZVLEČEK. Kot študijo primera smo obravnavali osnovno šolo v Ljubljani, osnovno šolo Karel Destovnik Kajuh (KDK), ki je kot partner vključena tudi v projekt InAirQ. Glavni cilj študije je oceniti vsak akcijski načrt na podlagi stopnje izvedljivosti, cene in časa. Za pripravo študije izvedljivosti sta bili uporabljeni dve metodi: ocena ranljivosti in terenska študija. Urbanistično načrtovanje, arhitektura in notranje oblikovanje imajo velik vpliv na kakovost zraka v notranjih prostorih. Terenska študija je bila izvedena v zimski sezoni 2017/2018. Opravili smo meritve naslednjih parametrov: temperatura zraka in relativna vlaga, delci (PM_{2.5}), CO₂, aldehidi (formaldehid), VOC (hlapne organske spojine) (benzen), NO₂, radon. Na podlagi rezultatov meritev je bila kakovost zraka v notranjih prostorih v okviru indeksa kakovosti notranjega zraka uvrščena v zmerno kategorijo. Šoli KDK za zaključek predlagamo načrt izvedljivosti (prikazano v tabeli 25), ki združuje ukrepe, od bolj do manj izvedljivih, in deležnike, ki naj bi jih izvedli.

1 UVOD

Kot študijo primera smo obravnavali osnovno šolo v Ljubljani, osnovno šolo Karel Destovnik Kajuh, ki je kot partner vključena tudi v projekt InAirQ. Šola je bila vključena tudi v meritve kakovosti notranjega zraka v zimskem obdobju 2017/2018.

Študija izvedljivosti vsebuje naslednje elemente:

- Ocena ranljivosti / ocena stanja
- Terensko delo / meritve kakovosti notranjega zraka
- Akcijski načrti/ ukrepi

2 NAMEN: Glavni cilj študije je oceniti vsak akcijski načrt na podlagi stopnje izvedljivosti, opredeljene v naslednji tabeli:

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

Tabela 1: Stopnja izvedljivosti

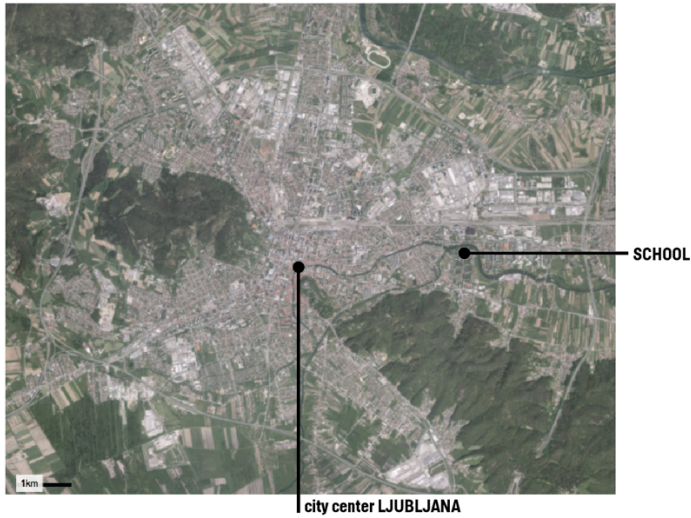
3 METODE

Za pripravo študije izvedljivosti sta bili uporabljeni dve metodi: ocena ranljivosti in terenska študija.

3.1 Ocena ranljivost

Urbanistično načrtovanje, arhitektura in notranje oblikovanje imajo velik vpliv na kakovost zraka v notranjih prostorih. Na podlagi analize smo opredelili možna onesnaževala in izvedljive izboljšave/ukrepe.

Osnovna šola, ki smo jo izbrali kot študijo primera, se nahaja v predmestju Ljubljane, v stanovanjskem okolju in je bila zgrajena iz opeke in betona leta 1976. Šola je bila delno obnovljena le dvakrat in nima mehanskega prezračevanja.



Slika 1: Lokacija šole

BASIC INFO

ADDRESS	Jakčeva ulica 42, Ljubljana
LOCATION	residential area, near city center
YEAR OF CONSTRUCTION	1976
CONSTRUCTION MATERIAL	brick, concrete
NUMBER OF STOREYS	1
BUILDING AREA (m ²)	4.475,2
TYPE OF HEATING SYSTEM	central or district heating
AIR CONDITIONING	in some parts of the building
MECHANICAL VENTILATION	only in some parts: kitchen
RENOVATION	2006 - windows 2008 - roof renovation

STRENGTHS

- light traffic
- a lot of greenery
- central or district heating
- cleaning in the afternoon
- natural ventilation before school day, in the morning
- no dusty places

WEAKNESSES

- age of the building
- hazard materials
- air conditioning and mechanical ventilation only in some parts of the building
- chemicals for cleaning

OPPORTUNITIES

- additional renovation
- mechanical ventilation in all parts of building

THREATS

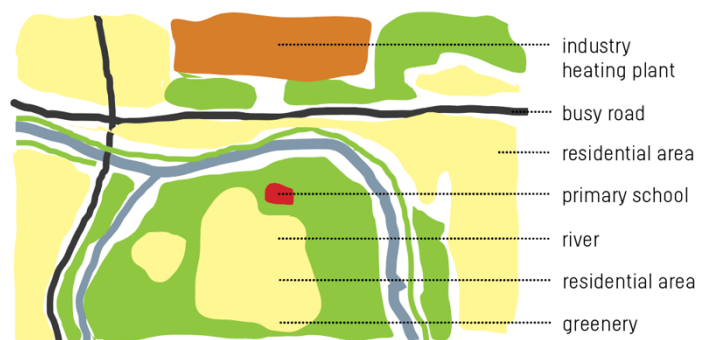
- heating plant nearby

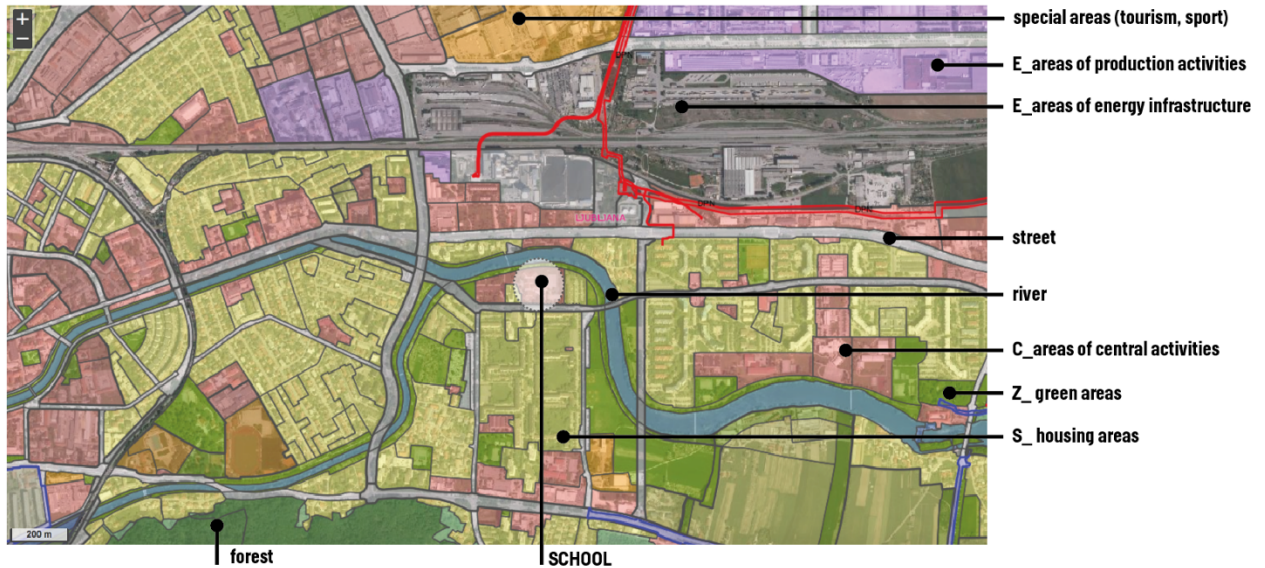
Slika 2: Osnovne značilnosti šole

3.1.1 Urbanistično načrtovanje

Šola se nahaja v stanovanjskem območju, ob reki Ljubljanici in v bližini prometne ceste. Na severu je večje območje proizvodnih dejavnosti in energetske infrastrukture. Glavni industrijski točkovni vir je toplarna, ki ima velik vpliv na kakovost zraka v notranjih prostorih.

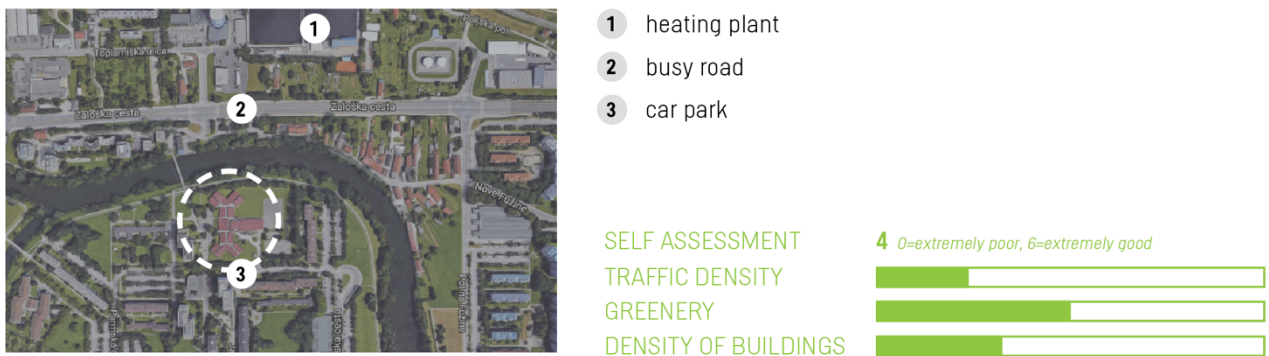
Location of school building: RESIDENTIAL AREA





Slika 3: Lokacija šole in uporaba prostora v okolici (večje in manjše merilo)

Največji vir onesnaževal na prostem so prometna cesta, toplarna in parkirišče. Na žalost ni mogoče spremeniti ničesar glede prometne ceste in toplarne, spremembe pa so možne pri razporeditvi parkirišč v bližini.



Slika 4: Potencialni viri onesnaženja zraka v notranjih prostorih (zunanji viri)

Šola se nahaja v bivalnem okolju, kjer primanjkuje parkirnih mest. Z novim urbanističnim načrtom in prometno strategijo za celotno sosesko bi lahko zmanjšali število avtomobilov v bližini šole in razširili zelene površine.



Slika 5: Šolska zgradba

Možne izboljšave

- Spremeniti lokacijo parkirišč - 2 / izvedljivo: občina bi morala spremeniti prometno strategijo za celotno sovesko.
- Povečanje števila dreves pred šolo - 1 / zelo izvedljivo: z majhnim zneskom denarja, ki bi ga morala določiti občina, bi bilo to možno izpeljati zelo hitro.

3.1.2 Arhitektura

Šolska stavba je bila zgrajena iz opeke in betona v letu 1976. Obnovljena je bila leta 2006 (okna) in 2008 (obnova strehe). Klimatska naprava in mehansko prezračevanje obstaja le v nekaterih delih stavbe: kuhinja.

Vir glavnih onesnaževal zraka v notranjih prostorih predstavlja kuhinja (vonj iz kuhinje), ki se nahaja v sredini zgradbe.



Slika 6: Šolska zgradba

Možne izboljšave:

- Naravno prezračevanje: črpanje zraka (odtok zraka) iz kuhinje (vonj po hrani) - 2 / izvedljivo - za fizične spremembe je treba narediti nove stene / vrata, da se kuhinja loči od druge šole; 3 / težko izvedljivo - selitev kuhinje na drugo lokacijo
- 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, krmiljenje idr. - 3 / težko izvedljivi - namestitev mehanskega prezračevanja v vse učilnice (drago)
- Talne obloge: Zamenjava tal z zdravimi gradbenimi materiali - 3 / težko izvedljivo - mogoče bi bilo opraviti šele poleti; ker je stavba precej stara, se s prenovo začnejo pojavljati še nekatere druge težave

3.1.3 Notranje oblikovanje

V večini učilnic smo opazili težke tekstilne zavese, linolejne obloge na tleh, table na kredu, staro pohištvo, številne okraske (od likovnega pouka in drugih dejavnosti), shranjevanje različnih pripomočkov kot so razna lepila in v nekaterih razredih veliko zelenja.



Slika 7: Primer učilnice

Ocenjujemo, da predstavljajo glavna onesnaževala v notranjih prostorih kemikalije za čiščenje, velika količina okraskov in table na krede. Tudi šolske torbe in ves material, ki ga učenci prinesejo v šolo, bi lahko bili potencialni vir onesnaževal zraka v notranjih prostorih.



- kitchen is located in the middle of the building
- lead water pipes
- floor and desk cleaning with chemicals
- a lot of decoration
- odour
- chalkboards

SELF ASSESSMENT

5 0=extremely poor, 6=extremely good

Slika 8: Glavni viri onesnaževanja zraka v notranjih prostorih (notranji viri)

Možne izboljšave:

- Izdelava novega protokola za čiščenje - 1 / zelo lahko izvedljivo – prostore čistite pozno popoldne, po čiščenju odprite okna itd. ; 3 / težko izvedljivo - selitev kuhinje na drugo lokacijo
- Zamenjava čistil za čiščenje miz, tal itd. - 1 / zelo lahko izvedljivo - dogovor s podjetjem za čiščenje, majhna naložba (po potrebi nova čistila, najprej ocena, kaj se uporablja)
- Odstranitev okraskov (umetniški izdelki itd.) in težkih tekstilnih zaves - 1 / zelo lahko izvedljivo - odstranitev vseh zaves, umetniških izdelkov, pregled vzdrževanja rastlin (če je na njihovih listih prah, na zemlji plesen) itd.
- Menjava klasičnih tabel na krede z drugimi ustreznimi tablamami (s pisali) - 1 / zelo lahko izvedljivo – zamenjava table za krede s tablo za pisala.

3.2 Študija na terenu

Terenska študija je bila izvedena v zimski sezoni 2017/2018. Opravili smo meritve naslednjih parametrov: temperatura zraka in relativna vlaga, delci (PM_{2,5}), CO₂, aldehidi (formaldehid), VOC (hlapne organske spojine) (benzen), NO₂, radon.

3.2.1 Meritve

Na osnovi rezultatov meritev je bila kakovost zraka v notranjih prostorih v okviru indeksa kakovosti notranjega zraka uvrščena v zmerno kategorijo. Glavna identificirana onesnaževala notranjega zraka so bila benzen, formaldehid, CO₂ in delci (PM_{2,5}). Koncentracija formaldehida je bila 15,74 µg / m³ in CO₂ 1396 ppm. V zvezi z delci in benzenom je bilo ugotovljeno, da so bile tudi izmerjene zunanje vrednosti za masne koncentracije PM_{2,5} in benzena visoke (benzen v zaprtih prostorih 3,11 µg / m³; zunanji 4,61 µg / m³; PM_{2,5} v zaprtih prostorih 12 µg / m³; na prostem 19 µg / m³). Posledično sklepamo, da je neprimerno kakovost zraka v zaprtih prostorih povzročilo predvsem onesnaženje zunanjega zraka.

Pri vrednotenju parametrov udobja (temperatura, vlažnost zraka) pa so le-ti kazali ugodno okolje.

Možne izboljšave:

- Dodatne meritve - 1 / res izvedljivo - nov protokol za redno spremljanje kakovosti notranjega zraka – IAQ.
- Tehnične in procesne izboljšave * Glej tabeli 2 in 3.

Onesnaževalo	Akcijski načrt / ukrep	Stopnja izvedljivosti
Benzen	"Preprečevanje" vstopa benzena iz zunanjega zraka: lokacija parkirišč, cigaretni dim, promet, bližina bencinske črpalke, industrije (premog, nafta, zemeljski plin, kemikalije, jeklo)	3/ težko izvedljivo – prestaviti industrijo drugam 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 prenove 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.
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 Rv zraka v učilnicah, nadzor T in Rv zraka
	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.
CO ₂	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 ₂ , T, Rv zraka).	1/zelo lahko izvedljivo.
PM _{2,5}	Omejitev prezračevanja prostorov med povečanim prometom in med temperaturno inverzijo.	1/zelo lahko izvedljivo – spremljanje AQI in upoštevanje protokola.
	Zmanjšanje segrevanja biomase.	* ne v tej šoli, ker obstaja sistem centralnega ogrevanja
	Redna menjava filtrov pri mehanskem prezračevanju.	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole.
Radon	Specifična pogostost in vrsta naravnega prezračevanja (sprememba protokola)	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole

Vidna plesen	Odstranitev možnih virov plesni.	1/zelo lahko izvedljivo – vzdrževanje
	Preprečitev vdora vode v zgradbo (streha, konstrukcija), kondenzacijo.	1/zelo lahko izvedljivo – vzdrževanje
	Nadziranje vlažnosti in temperature (vlažnost 43-67%, temperatura med 18,5 in 25,5 C).	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole
	Odstranite lončnic z veliko količino zemlje (spore gliv in plesni lahko prehajajo iz tal lončnic v zrak).	1/zelo lahko izvedljivo
	Specifična pogostost in vrsta naravnega prezračevanja (sprememba protokola).	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole
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
	Uporabba 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

Tabela 2: Preventivni akcijski načrti / ukrepi (predlagani zaradi pomanjkanja rezultatov meritev)

3.2.2 Opazovanje

V okviru terenskih aktivnosti (meritev kakovosti zraka) smo šolo tudi obiskali in izpostavili seznam elementov, ki bi lahko vplivali na kakovost notranjega zraka - IAQ. Na podlagi opazovanja smo pripravili in ovrednotili akcijske načrte/ ukrepe.

Elementi, ki imajo lahko vpliv na slabo kakovost notranjega zraka IAQ		Akcijski načrt / ukrepi & Stopnja izvedljivosti
SPLOŠNE ZNAČILNOSTI	Šola je stara približno 40 let. Vsa okna v šoli so bila v letu 2007/08 spremenjena, vsa so plastična. Večina talnih površin je originalnih, ponekod so bile zamenjane talne obloge. Pohištvo je tudi večinoma od začetka. Prenova je bila izvedena na območju, kjer se nahajajo učenci prve triade.	3/težko izvedljivo - celovita prenova celotne zgradbe 2/izvedljivo – delne prenove: pohištvo, tla

OPREMA	Likovni okraski na steklenih oknih (velika površina okna je prekrita s slikami / drugimi umetniškimi izdelki - vprašanje: ali je prostor dovolj osvetljen; kakšna je kakovost barv za steklo?).	1/zelo lahko izvedljivo – odstranite umetniške okraske z oken
TEMPERATURA	V dveh učilnicah na vzhodnem delu stavbe, na območju, ki ga ne obdajajo okoliške stavbe ali drevesa, so poleti izmerjene izjemno visoke temperature (nad 30 ° C, celo 33 ° C).	2/izvedljivo – posaditi nova drevesa v bližini teh učilnic.
ČISTILNA SREDSTVA / PROTOKOLI	Čiščenje izvajajo pred ali po pouku, popoldne oziroma v telovadnici zvečer. Med letnimi počitnicami izvajajo letno generalno čiščenje (v skladu s načrtom čiščenja). Čistilna sredstva naročajo po sistemu javnih naročil; čistilno osebje se mora udeležiti usposabljanja o uporabi čistil. Osebje, ki čisti šolo, je del kolektiva.	1/zelo lahko izvedljivo – nov protokol čiščenja.
PREZRAČEVANJE	Izvajajo ga učitelji, ponekod pa skrbijo za naravno prezračevanje tudi učenci. V šoli je pomembna tema, ki jo podpirajo vsi uslužbenci. Vse sobe so naravno prezračene zjutraj, nadalje individualno glede na zanimanje učitelja in po potrebi glede na dejavnosti, ki se izvajajo v učilnici.	1/zelo lahko izvedljivo – protokoli za naravno prezračevanje, vključenost učencev v protokole. 2/izvedljivo – redne meritve T, Rv zraka, CO ₂ .
PRIPOMOČKI ZA LIKOVNI POUK / USTVARJANJE	Vsak učenec ima svoje barvice/ pripomočke, v prvi triadi jih shranjujejo v predalih v učilnici.	1/zelo lahko izvedljivo – zahteve za barve in drug umetniški material; shranjevanje izven učilnice.
LONČNICE	Lončnice / rože njihova prisotnost je pogojena z interesom učitelja, da bo skrbel zanje.	1/zelo lahko izvedljivo – nov protokol.
ŽIVALI	V šoli ni hišnih ljubljencev. Na hodniku je majhen akvarij, kjer v času obiska ni bilo rib.	

Tabela 3: Elementi, ki bi lahko vplivali na kakovost notranjega zraka - LAQ (metoda opazovanja) in predlagani akcijski načrti/ ukrepi

Posebna opazanja pri pregledu (samoocena kakovosti notranjega zraka - IAQ v različnih prostorih)		Akcijski načrt / ukrepi & Stopnja izvedljivosti
SPLOŠNO	Slabša kakovost zraka na vhodu v pisarne (vonj po bližnjih toaletnih prostorih in razdelilni kuhinji).	3/težko izvedljivo – fizični poseg (nove stene / razporeditev prostorov / mehansko prezračevanje)
	Slabša kakovost zraka na hodniku prve triade (vonj mehkejših in vlažnejših oblačil in čevljev - zaradi garderob na hodnikih).	2/izvedljivo – premik garderobe na drugo lokacijo.
	Slabša kakovost zraka na hodniku v osrednjem delu šole (vonj po hrani, kuhanju - bližina jedilnice in razdelilne kuhinje).	3/težko izvedljivo – fizični poseg (nove stene / razporeditev prostorov / mehansko prezračevanje).
UČILNICA 1 (v toplem delu leta je izmerjena temperatura najvišja)	Neustrezno senčenje (samo notranja senčila)	3/težko izvedljivo – novi sistemi senčenja.
	Likovni okraski na steklenih oknih (velika površina okna je prekrita s slikami / drugimi umetniškimi izdelki - vprašanje: ali je prostor dovolj osvetljen; kakšna je kakovost barv za steklo?).	1/zelo lahko izvedljivo – odstranitev umetniških okraskov z oken.
	Veliko lončnic - nekaj plesni na zemlji.	1/zelo lahko izvedljivo – odstranitev neustreznih lončnic.
	Na območju umivalnika je čistilo dosegljivo otrokom.	1/zelo lahko izvedljivo – čistilna sredstva premakniti na višje položaje ali na varna mesta (ne na doseg otrok)
	Koši za odpadke nimajo pokrova.	1/zelo lahko izvedljivo – dodajte pokrove smetnjakom
	Vonj hrane (nezaščiteni sendviči na krožnikih - prinesejo jih v učilnico pred malico).	1/zelo lahko izvedljivo – protokoli/ zahteve za izvedbo malice
UČILNICA 2 (v toplem delu leta je izmerjena temperatura najvišja)	Neustrezno senčenje (samo notranja senčila)	3/težko izvedljivo – nov sistem senčenja
	Poslikave na steklenih delih oken.	1/zelo lahko izvedljivo – odstraniti umetniške okraske iz oken

	Vonj hrane (nezaščiteni sendviči na krožnikih - prinesejo jih v učilnico pred malico, po učilnici se med poukom širi neprijeten vonj.	1/zelo lahko izvedljivo – protokoli/ zahteve za izvedbo malice
UČILNICA 3	Neustrezno senčenje (tканinske zavese, prozorne in bombažne zavese).	3/težko izvedljivo – nov sistem senčenja
	Koši za odpadke nimajo pokrova.	1/zelo lahko izvedljivo – dodajte pokrove smetnjakom
	Na območju umivalnika je čistilna oprema dosegljiva otrokom (metla, smeti)	1/zelo lahko izvedljivo – premakniti čistilna sredstva v zaprte prostore (ne na doseg otrok)
MALA TELOVADNICA	Neprijeten vonj	3/težko izvedljivo – mehansko prezračevanje
VELIKA TELOVADNICA	Nič posebnega	/
GARDEROBE V KLETI	Smrad	3/težko izvedljivo – mehansko prezračevanje
Druga opažanja		Akcijski načrt/ ukrepi & Stopnja izvedljivosti
PRIPRAVA IN RAZDELITEV MALIC	Ko pripravljate malico, ki najmlajše čaka že od jutra v učilnici, ga je treba pripraviti tako, da ni mogoče naknadno onesnaženje hrane (hrana na pladnju mora biti zaščiten - na primer pokrita s folijo). Hkrati bo zaščita (folija) vsaj delno preprečila širjenje vonja po hrani v učilnici. Za zagotovitev varnosti živil pri sobni temperaturi je treba upoštevati tudi čas shranjevanja hrane.	1/zelo lahko izvedljivo – protokoli/ zahteve za potek malice (kje, kdaj, kako)
HIDRANTI ZA PRIMER POŽARA NA HODNIKI	Hidranti so zaklenjeni in zraven ni nobenih ključev. Hidranti morajo biti takoj opremljeni s tipkami.	1/zelo lahko izvedljivo – dodati ključ od hidranta

OSVETLJENOST IN SENČENJE UČOLNIC	Učinkovito senčenje dosežemo s postavljanjem senčil na zunanje dele oken. Hkrati lahko nekoliko prispevamo k znižanju temperature (neposreden vpliv sončne svetlobe) v učilnici spomladi in poleti.	3/težko izvedljivo – nov sistem senčenja
--	--	--

Tabela 4: Ugotovitve na podlagi opazovanja ob obisku šole in predlagani ukrepi

4. REZULTATI IN RAZPRAVA. Na podlagi terenskih aktivnosti (meritve kakovosti notranjega zraka v izbrani šoli, razgovori s predstavniki OŠ) predlagamo nekatere ukrepe, ki smo jih ocenili z vidika trostopenjske lestvice izvedljivosti (1-zelo lahko izvedljivo, 2- izvedljivo, 3-težko izvedljivo).

Ker pa pri načrtovanju, vzdrževanju in uporabi šolskih stavb sodelujejo različni deležniki, od predstavnikov oblasti do stroke in javnosti, so v nadaljevanju predlagani različni ukrepi, tudi glede na različne deležnike/zainteresirana javnost, ki bi jih lahko izvedli. Slednje je podrobno prikazano v tabeli 6 in v odsekih 4.1, 4.2 in 4.3 .

	Akcijski načrt / Ukrep	Stopnja izvedljivosti
Tehnična izboljšava	Naravno prezračevanje: Črpanje zraka (odtok zraka) iz kuhinje (vonj hrane).	3/ težko izvedljivo – kuhinja se nahaja v središču šol, fizične ovire je težko izvesti, potrebna je celovita obnova stavbe
	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.	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole 3/ težko izvedljivo – vgradnja prezračevalnega sistema v učilnice in druge dele stavbe
	Talne obloge: Menjava talnih oblog z zdravimi gradbenimi materiali	3/ težko izvedljivo – potreba po celostni prenovi stavbe
Procesna izboljšava	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).	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole
	Sistemske izboljšave: Redni ukrepi, ki pripeljejo do odstranitve vira (npr. Zamenjava talnih oblog, prepoved uporabe nekaterih detergentov).	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole in smernice

	<p>Čistoča prostorov:</p> <p>Izbira metod čiščenja, ki so učinkovite za dano potrebo.</p> <p>Izbira izdelkov z najmanj škodljivim vplivom na zdravje ljudi.</p> <p>Pomembno je, da je osebje za čiščenje usposobljeno o tem, kako lahko postopki čiščenja in izdelki vplivajo na IAQ.</p> <p>Priprava pisnih postopkov; poznavanje izdelkov, ki se uporabljajo v zgradbi, kakšno je oprema in kupovanje varnejših izdelkov.</p> <p>Uporaba bolj naravnih čistil, izogibanje uporabi škodljivih barv.</p>	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole in smernice
	<p>Vzdrževanje (čistoča, kakovost) strehe, žlebov, drenaže:</p> <p>Redni pregled prostorov ter hitri ukrepi in sanacije v primeru uhajanja vode in kopičenja vlage v prostorih</p>	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole in smernice
	<p>Likovni pouk / uporaba posebnih materialov:</p> <p>Po dejavnostih z lepilom, barvami itd. učilnico dobro prezračite</p>	1/zelo lahko izvedljivo – določiti protokole in smernice
Druge izboljšave	<p>Zakonodaja:</p> <p>Vzpostavitev zakonskih predpisov – določitev parametrov za spremljanje (CO₂, T, RH), predpisi za šole (število učencev v učilnici glede na njeno velikost).</p>	3/ težko izvedljivo – novi zakoni, pravilniki
	<p>Ozaveščanje:</p> <p>Izboljšati znanje o pomenu onesnaževanja zraka v notranjih prostorih (prezračevanje, materiali, obnašanje otrok itd.) - različni ukrepi za različne skupine ljudi.</p>	1/zelo lahko izvedljivo

Tabela 5: Akcijski načrti – seznam ukrepov

DRŽAVNI ORGANI	STROKOVNJAKI	UPORABNIKI
<p>PRISTOJNA MINISTRSTVA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport - Ministrstvo za zdravje - Ministrstvo za okolje in prostor <p>INŠTITUTI, AGENCIJE, UNIVERZE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nacionalni inštitut za javno zdravje - Agencija RS za okolje - Univerze (Medicinska fakulteta, Zdravstvena fakulteta, Fakulteta za arhitekturo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo) 	<p>ZAPOSLENI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodstvo šole - učitelji/ce - tehnično osebje (hišniki, čistilke) <p>NAČRTOVALCI, OBLIKOVALCI</p> <ul style="list-style-type: none"> - arhitekti - krajinski arhitekti, urbanistični načrtovalci - gradbeniki - strojniki - izvajalci 	<p>VSI ZAPOSLENI</p> <p>STARŠI (posredni vpliv)</p> <p>UČENCI /OTROCI (neposredni vpliv)</p> <p>SKUPNOST</p>

OBČINE - Mestna občina Ljubljana	STROKOVNJAKI S PODROČJA ZDRAVJA - specialist in strokovnjaki s področja javnega zdravja - pediatri - Slovenska mreža zdravih šol	
--	--	--

Čistilke: imajo svoja pravila, vsa čistilna sredstva so določena; ko pospravijo učilnico, odprejo okno; udeležiti se morajo izobraževanj 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 6: Različni deležniki od vlade do stroke in javnosti, ki sodelujejo pri načrtovanju, vzdrževanju in uporabi šolskih zgradb

4.1 Držani organi

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/težko izvedljivo

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

4.2 Strokovnjaki

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 ₃	1/zelo lahko izvedljivo
	Razporeditev učilnic Primerno število učencev v vsaki učilnici (izogibanje prenatrpanosti)	↓ CO ₂ , 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 ₂	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 ₄ ↓ 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.

OSEBJE, KI SKRBI ZA VZDRŽEVANJE	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
	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 ₂ , NH ₃	1/zelo lahko izvedljivo
	Pogostost čiščenja	↓ Na, Cl, NO ₃ , 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 ustreznosti notranjega zraka v objektih šol

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

	Ukrep	Izboljšave	Stopnja izvedljivosti
STROKOVNJAKI	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 ₃ , 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

4.3 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 ustreznosti kakovosti notranjega zraka v objektih šol

5. SKLEP. Šoli KDK za zaključek predlagamo načrt izvedljivosti (prikazano v tabeli 14), ki združuje ukrepe, od bolj do manj izvedljivih, in deležnike, ki naj bi jih izvedli.

Zgoščen prikaz ukrepov iz omenjenega načrta:

- Ozaveščanje in izobraževanja.
- Protokol za odpiranje oken (Odpiranje oken po čiščenju; Prezračevanje v času, ko je onesnaženost zunanega zraka manjša - ne v času povečanega prometa itd.) Odstranitev okraskov (npr. risbice, izdelki likovnega pouka) iz učilnic.
- Zmanjšanje uporabe barv, lakov, lepil, umetnih oblog pri likovnem pouku.
- Uporaba naravnih čistil. Novi protokoli za čiščenje.
- Redno spremljanje kakovosti notranjega zraka - IAQ.
- Redni nadzor / pregledi vzdrževanja.
- Dodano mehansko prezračevanje.
- Spremembe v zunanji ureditvi šole (umestitev parkirišča stran od šole, v neposredni okolici šole pa umestitev več zelenja (drevesa – hkrati služijo tudi za senčenje).
- Umestitev fizičnih ovir med kuhinjo in učilnicami. Umestitev drugih fizičnih ovir.
- Celovita prenova notranje opreme: talne obloge, pohištvo itd. (pozornost pri njihovem odstranjevanju – preveriti ali talne obloge vsebujejo azbest).
- Sprememba zakonodaje.

Šola	Kaj želimo izboljšati	Izboljšava			Kdo lahko to naredi?		Stopnja izvedljivosti	
		Tehnična izboljšava	Procesna izboljšava	Ostalo (npr. Zakonodaja)	Šolsko osebje	Ostali strokovnjaki		
01	Zmanjšati koncentracijo: Benzena Formaldehida PM _{2,5}		Zmanjšati uporabo barv, lakov, lepil, umetnih talnih oblog (umetniška dekoracija) (formaldehid).		Učitelji, vsi zaposleni, vodstvo šole		1/zelo lahko izvedljivo	
	CO ₂	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 ₂)						3/ težko izvedljivo
			Uporaba naravnih čistil (formaldehid) Odpiranje oken po čiščenju (formaldehid)		Čistilke, vodstvo šole			1/zelo lahko izvedljivo
			Pogostejše prezračevanje (CO ₂ , formaldehid)	Koncentracije CO ₂ 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 Kajuba

6 LITERATURA.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Kopenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

4.3

FEASIBILITY PLAN FOR IMPROVEMENTS IN SCHOOLS – CASE STUDY OŠ KAREL DESTOVNIK KAJUH

¹Dr. Anja Jutrač, ^{1,2}Dr. Andreja Kuček, ¹Mag. Simona Uršič, ¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija, ²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje, Ljubljana, Slovenija

Keywords: *feasibility plan, indoor air quality, school environment, action plans*

ABSTRACT. As a case study we chose primary school in Ljubljana, Primary school Karel Destovnik Kajuh (KDK), which is also involved in the project InAirQ as a partner. The main aim of the research is to evaluate each action plan based on the level of feasibility, cost and time. Two methods were used to prepare feasibility study: vulnerability assessment and field study. Urban planning, architecture and interior design have a big influence on the indoor air quality. The monitoring campaign was done in the winter season 2017/2018. We made measurements of the following parameters: air temperature and relative humidity, particles (PM_{2.5}), CO₂, aldehydes (formaldehyde), VOC (volatile organic compounds) (benzene), NO₂, radon. The indoor air quality was in the moderate category based on the indoor health index. To conclude, for the observed school we propose following feasibility plan, which combines actions from more to less feasible, and the stakeholders to be implemented.

1 INTRODUCTION. As a case study we chose primary school in Ljubljana, Primary school Karel Destovnik Kajuh, which is also involved in the project InAirQ as a partner. School was involved also in the monitoring campaign in the winter period 2017/2018.

Feasibility plan has following elements:

- Vulnerability assessment
- Field campaign
- Action plans

2 AIM. The main aim of the research is to evaluate each action plan based on the level of feasibility, defined in following table:

Level of feasibility	Cost	Time
1 REALLY FEASIBLE	Cheap, less than 10.000 EUR	Could be done really fast - <i>less than one year</i>
2 FEASIBLE	Between 10.000 and 50.000 EUR	It takes <i>around one-three years</i> for implementation
3 HARDLY FEASIBLE	Really expensive, more than 50.000 EUR	A lot of time is needed for its implementation - <i>more than three years</i>

Table 1: Levels of feasibility

3 METHODS. Two methods were used to prepare feasibility study: vulnerability assessment and field study.

3.1 Vulnerability assessment

Urban planning, architecture and interior design have a big influence on the indoor air quality. Based on the analysis we defined possible pollutants and feasible improvements.

As a case study we chose primary school, which is located in the suburbs of Ljubljana, in the residential environment and was built from brick and concrete in 1976. The school was partially renovated only twice and it has no mechanical ventilation.

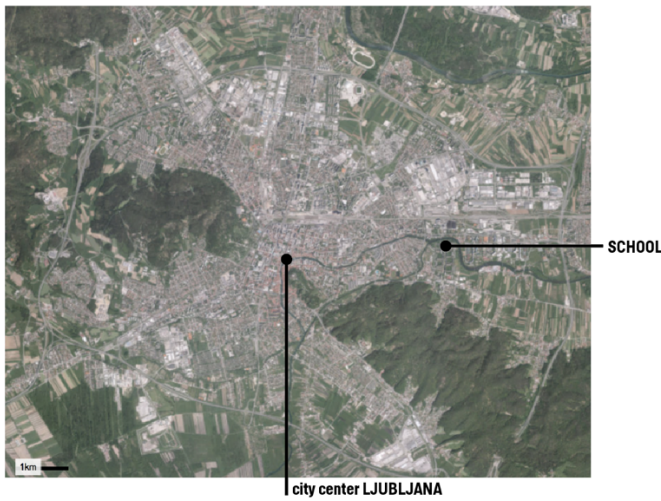


Figure 1: Location of the school

BASIC INFO

ADDRESS	Jakčeva ulica 42, Ljubljana
LOCATION	residential area, near city center
YEAR OF CONSTRUCTION	1976
CONSTRUCTION MATERIAL	brick, concrete
NUMBER OF STOREYS	1
BUILDING AREA (m ²)	4.475,2
TYPE OF HEATING SYSTEM	central or district heating
AIR CONDITIONING	in some parts of the building
MECHANICAL VENTILATION	only in some parts: kitchen
RENOVATION	2006 - windows 2008 - roof renovation

STRENGTHS

- light traffic
- a lot of greenery
- central or district heating
- cleaning in the afternoon
- natural ventilation before school day, in the morning
- no dusty places

WEAKNESSES

- age of the building
- hazard materials
- air conditioning and mechanical ventilation only in some parts of the building
- chemicals for cleaning

OPPORTUNITIES

- additional renovation
- mechanical ventilation in all parts of building

THREATS

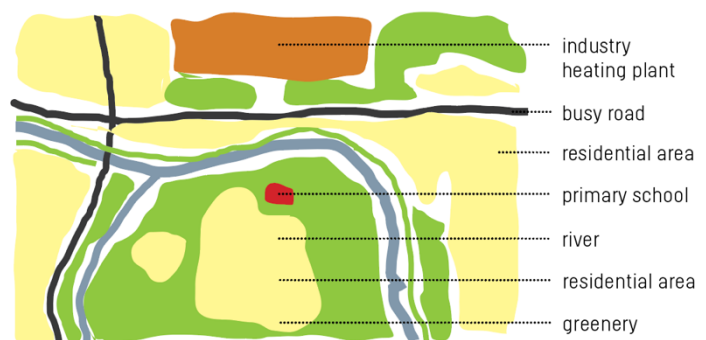
- heating plant nearby

Figure 2: Basic characteristics of the school

3.1.1 Urban planning

School is located in residential area, near the river Ljubljanica and close to a busy road. On the north there is bigger area of production activities and energy infrastructure. The main industrial point source is heating plant, which has a big influence on indoor air quality.

Location of school building: RESIDENTIAL AREA



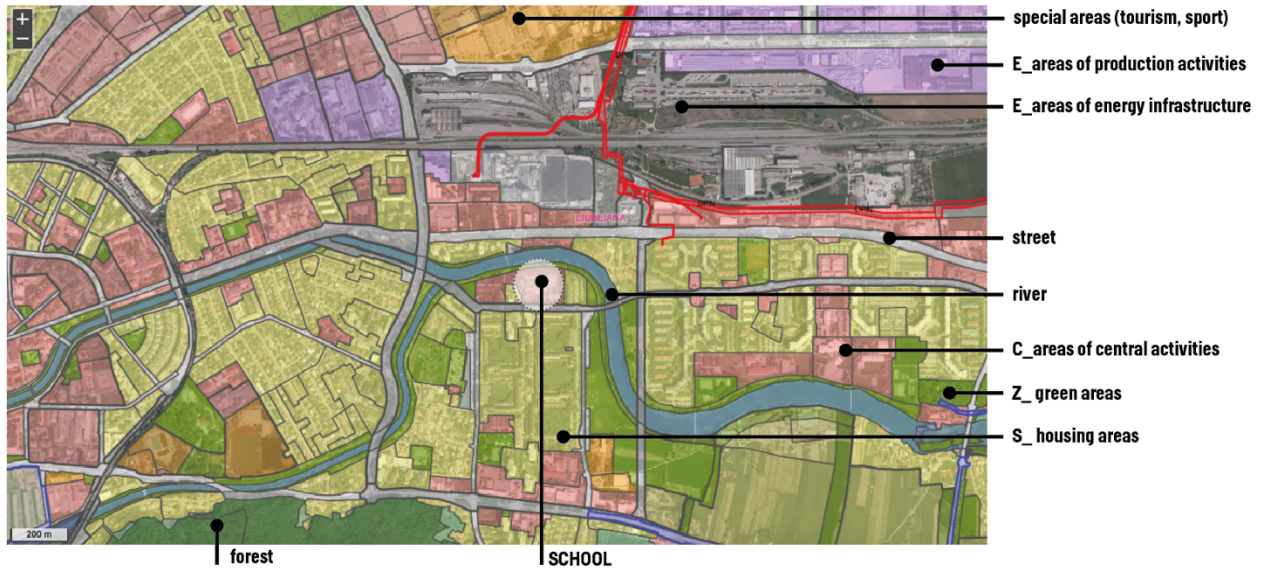


Figure 3: Location of school and use of the space in the surroundings (bigger and smaller scale)

The biggest outdoor pollutants are busy road, heating plant and parking lot. Unfortunately, it is not in our power to change anything with busy road and heating plant, however we could have the influence on the parking lots nearby (their distribution).

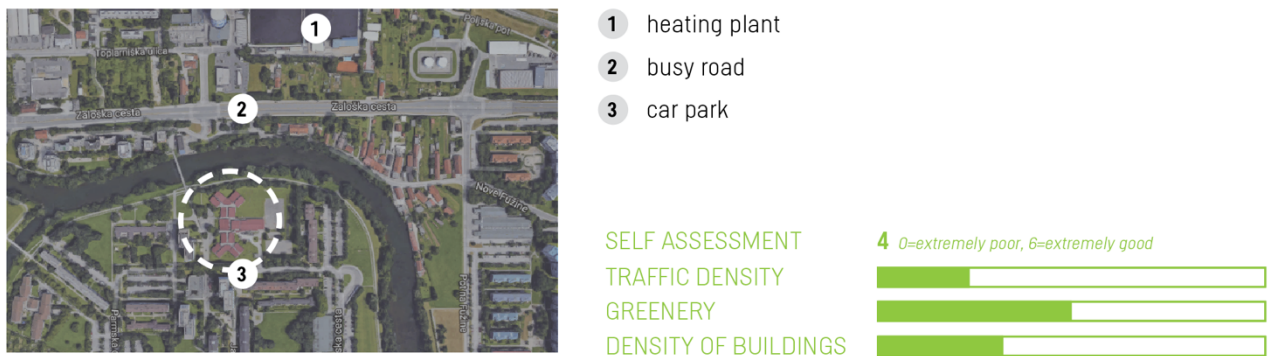


Figure 4: Potential sources of indoor air pollution (outdoor sources)

School is located in the residential environment, where there is lack of parking spaces. With a new urban plan and traffic strategy for the whole neighborhood we could reduce the number of cars nearby and increase the amount of greenery.



Figure 5: School building

Feasible improvements:

- Change the location of parking lots - 2/feasible: municipality should change the traffic strategy for the whole neighborhood
- Increase the number of trees in front of the school - 1/really feasible: small amount of money, it should be decided by the municipality, could be done really fast.

3.1.2 Architecture

The school building was built from brick and concrete at the end of the 18th century (1976). It was renovated in 2006 (windows) and 2008 (roof renovation). Air conditioning and mechanical ventilation is only in some parts of the building: kitchen.

The main source of indoor air pollutants is the kitchen (odor from the kitchen), which is located in the middle of the building.



Figure 6: School building

Feasible improvements:

- Natural ventilation: Extraction of air (air outlet) from the kitchen (the smell of food) - 2/feasible – some physical changes should be done (new walls/ doors) in order to separate kitchen from another school; 3/hardly feasible – to move kitchen on another location
- Mechanical ventilation: Plan for maintenance of HVAC system. The plan should include monitoring, inspecting and cleaning HVAC components such as outside air intakes, outside air dampers, air filters, drain pans, heating and cooling coils, the interior of air handling units, fan motors and belts, air humidification, controls and cooling towers - 3/hardly feasible – placement of mechanical ventilation in all classrooms (really expensive)
- Flooring: Change of flooring with healthy building materials - 3/hardly feasible – could be done only in summer, as the building is quite old, when starting this renovation some other problems could appear

3.1.3 Interior design

In most of the classrooms we noticed heavy textile curtains, linoleum floor coverings, chalk boards, old furniture, a lot of decoration (from art classes and other activities), storage of various accessories such as various adhesives/ glues and in some classes lots of greenery (plants).



Figure 7: Example of classroom

The main indoor pollutants are chemicals for cleaning, a lot of decorations and chalkboards. Also, school bags and all the material pupils bring to school could be the potential source of indoor pollutants.



- kitchen is located in the middle of the building
- lead water pipes
- floor and desk cleaning with chemicals
- a lot of decoration
- odour
- chalkboards

SELF ASSESSMENT

5 0=extremely poor, 6=extremely good

Figure 8: The main sources of indoor air pollution (indoor sources)

Feasible improvements:

- New protocols for cleaning - 1/really feasible – clean in the late afternoon, open windows after cleaning etc.; 3/hardly feasible – moving kitchen on another location
- New cleaning agents for cleaning tables, flooring etc. - 1/really feasible – agreement with cleaning company, small investment (new cleaning agents if necessary, first assessment of what is being used)
- Remove the decorations (art products etc.) and heavy textile curtains - 1/really feasible – remove all curtains, art products, check the plants (if there is dust on them) etc.
- Change of chalkboards with other appropriate boards (with markers) - 1/really feasible – change chalkboard with the boards for markers.

3.2 Field study

The field study was done in the winter season 2017/2018. We made measurements of the following parameters: air temperature and relative humidity, particles (PM_{2.5}), CO₂, aldehydes (formaldehyde), VOC (volatile organic compounds) (benzene), NO₂, radon.

3.2.1 Monitoring campaign

The indoor air quality was in the moderate category based on the indoor health index. The main air pollutants were benzene, formaldehyde, CO₂ and particulate matter (PM_{2.5}). The concentration of formaldehyde was 15,74 µg/m³ and CO₂ 1396 ppm. It should be noted that the outdoor value for the PM_{2.5} and benzene mass concentrations were also high (benzene

indoor 3,11 µg/m³; outdoor 4,61 µg/m³; PM_{2.5} indoor 12 µg/m³; outdoor 19 µg/m³), thus the inappropriate indoor air quality was mainly caused by the outdoor air pollution.

Furthermore, all the comfort parameters (temperature, relative humidity) were in the healthy range.

Feasible improvements:

- Additional monitoring campaigns - 1/really feasible – new protocol for regular monitoring of IAQ
- Technical and process improvements - *See the table 2 and 3.

Pollutant	Action plan	Level of feasibility
Benzene	"Prevention" of the entry of benzene from the outside air (location of parking lots, cigarette smoke, etc.: traffic, gas stations, industries (coal, oil, natural gas, chemicals, steel)	3/hardly feasible – move the industry 2/feasible - Change location of parking lots
	During and after using products that are the source of benzene, the living areas are well ventilated (e.g. during painting/ use of colours).	1/really feasible – protocols for using paints and other products
	Avoid the possible source of benzene: building materials and furniture, particleboard furniture and polymeric materials (vinyl, PVC and rubber floorings, as well as nylon carpets and SBR-latex-backed carpets), remodelling and decorating, plywood, fiberglass, flooring adhesives, paints, wood panelling, caulking and paint remover.	1/really feasible – prepare guidelines for renovation process
	Avoid the possible source of benzene: stored solvents and various human activities: cleaning, painting, use of consumer products, photocopying and printing, the storage and use of solvents	1/really feasible – prepare guidelines and protocols
Formaldehyde	"Prevention" of the entry of formaldehyde from the outside air.	2/feasible
	We select suitable, dedicated furniture and linings - we equip the rooms with interior equipment that does not contain formaldehyde or as little as possible.	1/really feasible – prepare guidelines for interior design process and purchase of furniture and other equipment
	The rooms are ventilated, in particular new, refurbished or equipped with new furniture.	1/really feasible – protocols for natural ventilation 3/hardly feasible – mechanical ventilation

	During and after the use of products that are source of formaldehyde, the school environments are well ventilated.	1/really feasible – protocols for natural ventilation 3/hardly feasible – mechanical ventilation
	Maintain the temperature and relative humidity of the school environments at the lowest comfort levels (formaldehyde concentrations increase with increasing temperature and humidity).	1/really feasible – monitoring T and RH in classrooms, control T and RH
	Remove materials that contain formaldehyde: building materials that emit formaldehyde, furniture and wooden products containing formaldehyde-based resins such as particleboard, plywood and medium-density fibreboard; insulating materials; textiles.	2/feasible – replacement of elements that contain formaldehyde
	Remove do-it-yourself products such as paints, wallpapers, glues, adhesives, varnishes and lacquers.	1/really feasible
	Use household cleaning products such as detergents, disinfectants, softeners, carpet cleaners and shoe products that doesn't emit formaldehyde	1/really feasible – protocols for using cleaning products
	Remove electronic equipment, including computers and photocopiers	2/feasible – find appropriate location for computers, photocopiers, out of the classrooms
CO ₂	specific frequency and type of natural ventilation (change of protocol)	1/really feasible – change of protocol
	reduce the number of children in the class	2/feasible
	add air quality sensors (CO ₂ , T, RH)	1/really feasible
PM _{2,5}	limit the ventilation of the rooms during the increased traffic, and during the temperature inversion	1/really feasible – define protocols
	reduce biomass heating	*not in this school, because there is central heating system
	change filters regularly in mechanical ventilation	1/really feasible – define protocols

Radon	specific frequency and type of natural ventilation (change of protocol)	1/really feasible – define protocols
Visible mould	remove possible mould sources	1/really feasible – maintenance
	prevent water ingress into the building (roof, construction), condensation	1/really feasible – maintenance
	control humidity and temperature (humidity 43-67%, temperature between 18,5 and 25,5 C)	1/really feasible – define protocols
	remove potted plants with a large amount of soil (fungi can pass from the soil of pot plants to air),	1/really feasible
	specific frequency and type of natural ventilation (change of protocol)	1/really feasible – define protocols
VOCs	minimize the use of paints, varnishes, adhesives, artificial floor coverings (plastics), wood glued panels	1/really feasible – define guidelines
	do not use air refreshers, scents, etc.	1/really feasible – define guidelines
	use more natural cleaners for cleaning	1/really feasible – define guidelines
	add mechanical ventilation	3/hardly feasible
	specific frequency and type of natural ventilation (change of protocol)	1/really feasible – define protocols

Table 2: Action plans based on the field campaign (proposed because of the lack of results of monitoring campaign)

3.2.2 Observation

As part of the field campaign we also visited the school and prepared the list of elements that could have influence on IAQ. Based on observation we prepared and evaluated action plans.

Elements that could have influence on IAQ		Action plan & Level of feasibility
BASIC CHARACTERISTICS	The school is about 40 years old. All windows in school were changed in 2007/08, all are plastic. Most of the floor surfaces are original, in some places the floor coverings were replaced. Furniture is also much more original. General renovation was carried out in the area where the pupils of the first triad are located.	3/hardly feasible - Comprehensive renovation of the entire building 2/feasible – partial renovations: furniture, flooring
EQUIPMENT	Art decorations on glass windows (large surface windows are covered with pictures/other art)	1/feasible – remove art decorations from windows

	products - the question: is the space enough illuminated; what is the quality of the colours for glass?).	
TEMPERATURE CONDITIONS	In two classrooms on the eastern part of the building, in an area which is not covered by surrounding objects or trees, there are extremely high temperatures in summers (over 30°C, even 33°C).	2/feasible – plant new trees near these classrooms
CLEANING MODE	Cleaning is performed before or after lectures, in the afternoon or in the gym in the evening. Annually general cleaning is carried out during the summer holidays (according to the cleaning plan). Cleaning products are ordered by the public procurement system; the cleaning staff have to attend training on the use of cleaners. The personnel who clean the school are part of the collective.	1/really feasible – new cleaning protocols
VENTILATION	It is carried out by teachers, and in some cases, pupils are also in charge. It is important topic in school, supported by all staff. All rooms are naturally ventilated in the morning, further individually according to the interest of the teacher and, if necessary, depending on the activities that are carried out in the classroom.	1/really feasible – protocols for natural ventilation, pupils' involvement 2/feasible – regular monitoring of T, RH, CO2
ART SUPPLIES	Each student has his own colours, in the first triad in the drawers in the classroom.	1/really feasible – requirements for colours and other art material; storage out of the classroom
POTTED PLANTS	Potted plants are allowed, their presence depends on the teacher's interest.	1/really feasible – new protocols
PETS	There are no pets in the school. There is a small aquarium in the corridor where there were no fish at the time of the visit.	

Tableb 3: Elements that could have influence on LAQ (observation method) and proposed action plans

Specific observations (self-assessment on IAQ in different rooms)		Action plan & Level of feasibility
GENERAL	a lower IAQ at the office entrance (smell from nearby toilet facilities and distribution kitchen)	3/hardly feasible – physical intervention (new walls/ distribution of rooms/ mechanical ventilation)
	a lower IAQ in the corridor of the first triad (smell of softer and damp clothes and shoes - because of the wardrobes in the corridors)	2/feasible – move of wardrobe to another location
	a lower IAQ in the corridor in the central part of the school (smell of food, cooking - the vicinity of the dining room and distribution kitchen).	3/hardly feasible – physical intervention (new walls/ distribution of rooms/ mechanical ventilation)
CLASSROOM 1 (in the warm part of the year the temperature measured is the highest)	inadequate shading (only internal shades)	3/hardly feasible – new shading systems
	Art decorations on glass windows (large surface windows are covered with pictures/other art products - the question: is the space enough illuminated; what is the quality of the colours for glass?).	1/feasible – remove art decorations from windows
	a lot of potted plants - some moulds on the ground	1/feasible – remove inadequate potted plants
	in the area of the washbasin, the cleaner is within the reach of children	1/feasible – move cleaner on the higher position or in the save place (not in the reach of children)
	waste bins do not have a lid	1/feasible – add lid to waste bins
	the smell of the food (unprotected sandwiches on the plates – they bring them in the classroom before the snack break)	1/feasible – protocols/requirements for the snacks
CLASSROOM 2 (in the warm part of the year the temperature measured is the highest)	inadequate shade (internal shades only)	3/hardly feasible – new shading systems
	paintings on glass windows	1/feasible – remove art decorations from windows
	the smell of the food (unprotected sandwiches on the plates – they bring them in the classroom before the snack break)	1/feasible – protocols/requirements for the snacks

CLASSROOM 3	inadequate shade (fabric curtains, transparent and cotton curtains)	3/hardly feasible – new shading systems
	waste bins do not have a lid	1/feasible – add lid to waste bins
	in the area of the washbasin, cleaning equipment is within the reach of children (broom, garbage dump)	1/feasible – move cleaning equipment in the closed spaces (not in the reach of children)
SMALL GYM	Odour	3/hardly feasible – mechanical ventilation
BIG GYM	Nothing special	/
WARDROBES IN THE BASEMENT	Odour	3/hardly feasible – mechanical ventilation
Other observations		Action plan & Level of feasibility
PREPARING AND DISTRIBUTING SNACKS	<p>When preparing a snack that has been waiting for the youngest since the morning in the classroom, it should be prepared in such a way that no subsequent food contamination is possible (the food on the tray must be protected - for example, covered with foil). At the same time, the film will at least partially prevent the spread of the odour of food in the classroom.</p> <p>Food storage time should also be taken into account in order to ensure the safety of foodstuffs at room temperature.</p>	1/feasible – protocols/requirements for the snacks
FIRE EXTINGUISHERS IN THE CORRIDORS	The hydrants are locked and there are no keys in the key store windows. The hydrants must be equipped with keys immediately.	1/feasible – add key
BRIGHTNESS AND SHADING OF ROOMS	Effective shading is achieved by placing the shades on the outer parts of the windows.	3/hardly feasible – new shading systems

	At the same time we can contribute a bit to reducing the temperature (direct influence of sunlight) in the classroom in the spring and summer part of the year.	
--	---	--

Table 4: Observations based on the field study and proposed action plans

4 RESULTS AND DISCUSSION. Based on the field campaign (measurements of indoor air quality in chosen schools, interviews with the representatives of the primary school) we propose some action plans that have been evaluated in terms of the three-level feasibility scale (1-very feasible, 2-feasible, 3-difficult feasible).

However, since different stakeholders, from government representatives to the profession and the public, are involved in the design, maintenance and use of school buildings, different measures are also proposed below depending on the different stakeholders / interested public that could be implemented. The latter is shown in detail in Table 6 and in sections 4.1, 4.2 and 4.3.

	Action plan	Level of feasibility
Technical improvements	Natural ventilation: Extraction of air (air outlet) from the kitchen (the smell of food).	3/hardly feasible – kitchen is located in the centre of schools, physical barriers are hard to be implemented, need for comprehensive reconstruction of the building
	Mechanical ventilation: Plan for maintenance of HVAC system. The plan should include monitoring, inspecting and cleaning HVAC components such as outside air intakes, outside air dampers, air filters, drain pans, heating and cooling coils, the interior of air handling units, fan motors and belts, air humidification, controls and cooling towers.	1/really feasible – define protocols 3/hardly feasible – installation of HVAC system in the classrooms and other parts of the building
	Flooring: Change of flooring with healthy building materials	3/hardly feasible – need for comprehensive reconstruction of the building
Process improvements	Operational improvements: modifying the mode of some activities that can affect the quality of the indoor environment (e.g., increasing air exchange rate, limiting the number of people in the room, changing the cleaning period).	1/really feasible – define protocols
	Systemic improvements: Regular measures that will lead to the removal of the source (e.g., replacement of floor coverings, prohibition of using some detergents).	1/really feasible – define protocols

	<p>Cleanliness of the rooms:</p> <p>Select cleaning methods that are effective for the given need.</p> <p>Buy products with the least adverse impact on human health.</p> <p>It is important that the housekeeping staff are trained on how your housekeeping procedures and products may affect IAQ.</p> <p>Preparation of written procedures, list of equipment and products that could be used in the building and purchasing safer products.</p> <p>The use of more natural cleaners, avoid using colours, paints</p>	1/really feasible – define protocols and guidelines
	<p>Maintenance (cleanliness, quality) of the roof, gutters, drainage:</p> <p>Regular inspection of the rooms and quick action and remediation in case of leakage of water and accumulation of moisture in the premises</p>	1/really feasible – define protocols and guidelines
	<p>Art classes/ use of specific materials for lectures:</p> <p>After activities using adhesives, glues, paints, etc. (art lessons) ventilate the classroom well</p>	1/really feasible – define protocols and guidelines
Other improvements	<p>Legislations:</p> <p>Establishing the law regulations - monitoring parameters (CO₂, T, RH), regulations for schools (number of pupils in classroom according to its size).</p>	3/hardly feasible – new laws/ regulations
	<p>Awareness raising:</p> <p>Improve knowledge about the importance of indoor air pollution (ventilation, materials, behavioural, etc) – different actions for different groups of people.</p>	1/really feasible

Table 5: Action plans

In the design, maintenance and use of school building are involved different people, from government to profession and public. Following are proposed different actions that could be done by different stakeholders.

GOVERNMENT	PROFESSION	PUBLIC (=users)
<p>AUTHORITIES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ministry for education, science and sport - Ministry of health - Ministry of the Environment and Spatial Planning <p>NATIONAL INSTITUTIONS:</p>	<p>EMPLOYEES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - management - teaching staff - technical/ support staff (janitor, cleaners) <p>DESIGNERS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - architects 	<p>PARENTS (indirect impact)</p> <p>PUPILS (direct impact)</p> <p>COMMUNITY</p>

<ul style="list-style-type: none"> - National institute of Public Health - Slovenian Environment Agency - Universities (Medical faculty, Faculty of health science, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Faculty of Architecture) <p>MUNICIPALITIES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Municipality of Ljubljana 	<ul style="list-style-type: none"> - civil and geodetic engineers - mechanical engineers - urban planners - contractors <p>HEALTH CARE WORKERS (part of Healthy school initiative)</p> <p>PUBLIC HEALTH PROFESIONALS</p> <ul style="list-style-type: none"> - public health experts - pediatrics - environmental health engineers 	
---	--	--

Table 6: Different people from government to profession and public that are involved in the design, maintenance and use of school building

4.1 Government

Government: responsible for new laws/ regulations; municipalities are owners of the buildings and decide on money issues.

	Action	Improvement	Level of feasibility
GOVERNMENT	Time plan of holistic building renovation		1/really feasible
	Providing parking spots for employees (not near classrooms)	↓ CO	2/ feasible
	Roof replacement, thermal insulation, replacing windows, new flooring	↓ energy consumption	2/ feasible
	Regular inspections/ maintenance: Public buildings that were built 30-50 years ago are mostly in poor condition due to irregular internal and external maintenance.		2/ feasible
	Comprehensive reconstruction of building: Ensure regular reconstruction of public buildings from the municipal budget and European budget (schools, health centres, kindergartens etc.).		3/hardly feasible

Table 7: The role of public authorities in ensuring adequate indoor air quality in school facilities

4.2 Profession

Management board: they have authority to make decisions, define protocols, invest in smaller technical improvements.

	Action	Improvement	Level of feasibility
MANAGEMENT BOARD	Establishment of IAQ team	The feeling of belonging of school staff, regular checking of school building, improvements preparation	1/really feasible
	Awareness raising actions about IAQ in schools	General awareness about IAQ	1/really feasible
	Efficient and regular ventilation of offices with photocopier machine	↓ O ₃	1/really feasible
	Classroom distribution Appropriate number of pupils in each classroom (avoid overcrowding)	↓ CO ₂ , benzene	2/feasible
	Adequate ventilation of sanitary facilities and kitchen	↓ mould and moisture	2/feasible
	Use of the basement for the learning process only exceptionally	↓ PM, benzene, toluene, Na, Cl, ethanol	1/really feasible

Table 8: The role of school management in ensuring adequate indoor air quality in school facilities

Teachers: they are bond between parents and children, their role is to educate both of them (raise awareness on the importance of IAQ).

	Action	Improvement	Level of feasibility
TEACHERS	Organized food distribution in Mensa, not in the classrooms	↓ unpleasant odour and appearance of pests	1/really feasible
	Natural ventilation every 45 minutes (opening windows and doors)	↓ CO ₂	1/really feasible
	Prohibited smoking near the school building	↓ NO, CO	1/really feasible
	Avoiding hanging different elements near windows	↑ level of air condition and frequency of fresh air supply	1/really feasible

	The presence of plants in classrooms, properly maintained	↓ formaldehyde, benzene, trichlorethylene, carbon monoxide, carbon dioxide	1/really feasible
	Using tables with markers	↑ PO4 ↓ benzene	1/really feasible
	Using tables with caulk	↑ Cl, benzene ↓ F	1/really feasible

Table 9: The role of teachers in ensuring adequate indoor air quality in school facilities

Maintenance staff: they could prevent bad IAQ with regular inspections.

MAINTAINANCE STAFF	Action	Improvement	Level of feasibility
	Periodic checking/inspection of the school building	A quick solution, removing moulds and moisture odours	1/really feasible
	Installation of air dehumidifier in basement	↓ relative humidity and preventing the appearance of moulds	2/feasible
	Installation of doormats on the school entrance	↓ amount of outdoor pollutants	1/really feasible
	Daily natural ventilation of all classrooms in the morning before lessons	↑ fresh air supply and control of pollutants that accumulate in the room at night	1/really feasible
	Expert control of pests	Knowledge of lures, marked places for placing lures, education of pupils in school about the danger of handling lures	1/really feasible
	Adequate temperature (20 - 22 °C) and relative humidity (30-50%) in the room	↓ the appearance of mould and moisture – the installation of measuring devices (involving kids in measurement procedures)	1/really feasible
	Regular control / inspection and replacement of filters in mechanical ventilation systems	↓ particulate matters	1/really feasible

Table 10: The role of maintenance staff in ensuring adequate indoor air quality in school facilities

Cleaning staff: they have their rules, all cleaning materials are set; when they clean the classroom, they open the window; they need to attend the trainings about cleaning materials, elements.

	Action	Improvement	Level of feasibility
CLEANING STAFF	Regular removal of waste from the classrooms	↓ unpleasant odour and appearance of pests	1/really feasible
	Review of all technical data on all used chemicals and, where appropriate, replacement (appropriate concentration, use of materials)	↓ VOC, Cl ₂ , NH ₃	1/really feasible
	Frequency of cleaning	↓ Na, Cl, NO ₃ , benzene	1/really feasible
	Education about the importance of effective cleaning	Improvement of cleaning process	1/really feasible
	Removal of air fresheners and fragrances from all school premises	↓ phthalates, VOC	1/really feasible
	Use of safe cleaning products	↓ ammonia, chlorine, VOC	1/really feasible

Table 11: Role of cleaning staff in ensuring adequate indoor air quality in school buildings

Designers: they have a big influence in the planning stage when they can educate investors and future users about the importance of indoor air quality.

	Action	Improvement	Level of feasibility
PROFESSIONALS	Good construction management (time plans etc.)		2/ feasible
	Insulation of external wall and pipes		2/ feasible
	Use of wood	↓ PM, K, toluene	2/ feasible
	Use of plastic building materials	↑ Mg, VOC, NO ₃ , K, Mg	
	Use of declared safe colors, interior decoration, etc.	↓ VOC	1/really feasible

Table 12: The role of planners and architects in ensuring adequate indoor air quality in school buildings

4.3 Public

Parent contribution: represent the bond between students and teachers; they can donate some equipment or furniture; they can raise awareness on indoor air quality among their pupils.

Community contribution: in general, the community is bigger and more involved in the school in smaller towns.

	what	improvement	Level of feasibility
PARENTS	Surveillance of health status of children (asthma, severe breathing, problems with eyes)		1/really feasible
	health status of children survey (questionnaires)		
	in case of health problem identification informing the employees of the school		1/really feasible

Table 13: Role of parents and the public in ensuring adequate indoor air quality in school facilities

5 CONCLUSION. To conclude, for the chosen school we propose following feasibility plan, which combines actions from more to less feasible, and the stakeholders to be implemented (Table 14). An overview of the action plans in the feasibility plan:

- Awareness raising and capacity building trainings.
- Protocol for opening the windows: Opening windows after cleaning; Ventilation at times when ambient air pollution is lower - not during increased traffic, etc.
- Removing decorations in classrooms (eg drawings, art products)
- Reduction of the use of paints, varnishes, adhesives, artificial floor coverings for art classes.
- Use of natural cleaners. New protocols for cleaning.
- Regular monitoring of IAQ.
- Regular control/inspections of maintenance.
- Adding mechanical ventilation.
- Changes in the external arrangement of the school: placement of a parking lot away from the school, and placement of more greenery in the vicinity of the school (trees – they also serve for shading).
- Installation of physical barriers between the kitchen and the classrooms. Placement of other physical barriers.
- Comprehensive renovation of interior design: flooring, furniture, etc. (care when removing them - check if the flooring contains asbestos).
- Change of legislations.

What do we want to improve	Improvements			Who can do it?		Level of feasibility
	Technical improvements	Process Improvements	Other (law, etc.)	School personnel	Outdoor expert	
Lower the concentrations of Benzene Formaldehyde		Reducing use of paints, varnishes, adhesives, artificial floor coverings (art decoration) (formaldehyde).		Teachers, all employees, Head (leadership) of school		1/really feasible
PM2,5 CO2	Dislocation of parking lot	Dislocation of parking lot	Dislocation of parking lot		Experts	2/ feasible
	Balanced ventilation and positive pressure – mechanical ventilation (PM, benzene, CO2)					3/ hardly feasible
		Use of natural cleaners (formaldehyde) Opening the windows after cleaning (formaldehyde)		Cleaners, head (leadership) of school		1/really feasible
		More frequent ventilation (CO2, formaldehyde)	Concentrations of CO2 based on law	Teachers (All employees of the school)		1/really feasible
		Do not open the windows (ventilation) during the hours when traffic is increased (heavy) (PM, benzene)		Teachers (All employees of the school)		1/really feasible

Table 14: Feasibility study for selected Primary School KDK

6 LITERATURE.

- Interreg project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ) – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ/InAirQ.html>

- Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015.
- Svetovna zdravstvena organizacija. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: Urad Svetovne zdravstvene organizacije za Evropo, 2010.

ZAKLJUČEK

Projekt InAirQ je bil izveden v sklopu projekta Interreg »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«. Rezultati projekta so plod interdisciplinarnega sodelovanja med devetimi projektnimi partnerji iz petih držav. Zahvala gre celotni mednarodni ekipi, vsem, ki so sodelovali na projektu krajšne ali daljše časovno obdobje, vsem predavateljem na forumih kakovosti okolja in izobraževanjih, dvanajstim osnovnim šolam, ki so aktivno sodelovale pri izvajanju meritev kakovosti notranjega zraka, Mreži zdravih šol, ki nas je ves čas projekta podpirala ter vsem sodelavcem na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje, ki so bili aktivno vključeni v projekt. Mestni občini Ljubljana za posredovanje podatkov o ljubljanskih OŠ. Vsem ravnateljem, staršem in otrokom, ki so aktivno sodelovali v projektu.

CONCLUSION

InAirQ project was conducted within the project Interreg »Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management (InAirQ)«. The results of the project are the result of interdisciplinary collaboration between nine project partners from five countries. Thank you goes to the entire international team, to all the participants in the project no matter if for a shorter or longer period of time, to all the lecturers at the Environmental Quality and Education Forums, to all of the 12 elementary schools that actively participated in the implementation of the indoor air quality measurements, to a network of a healthy schools who supported us through the whole project, and to all colleagues at the National Institute of Public Health who were actively involved in the project. Thank you also to City of Ljubljana for providing information on primary schools in Ljubljana, and to all the school principals, parents and children who actively participated in the project.

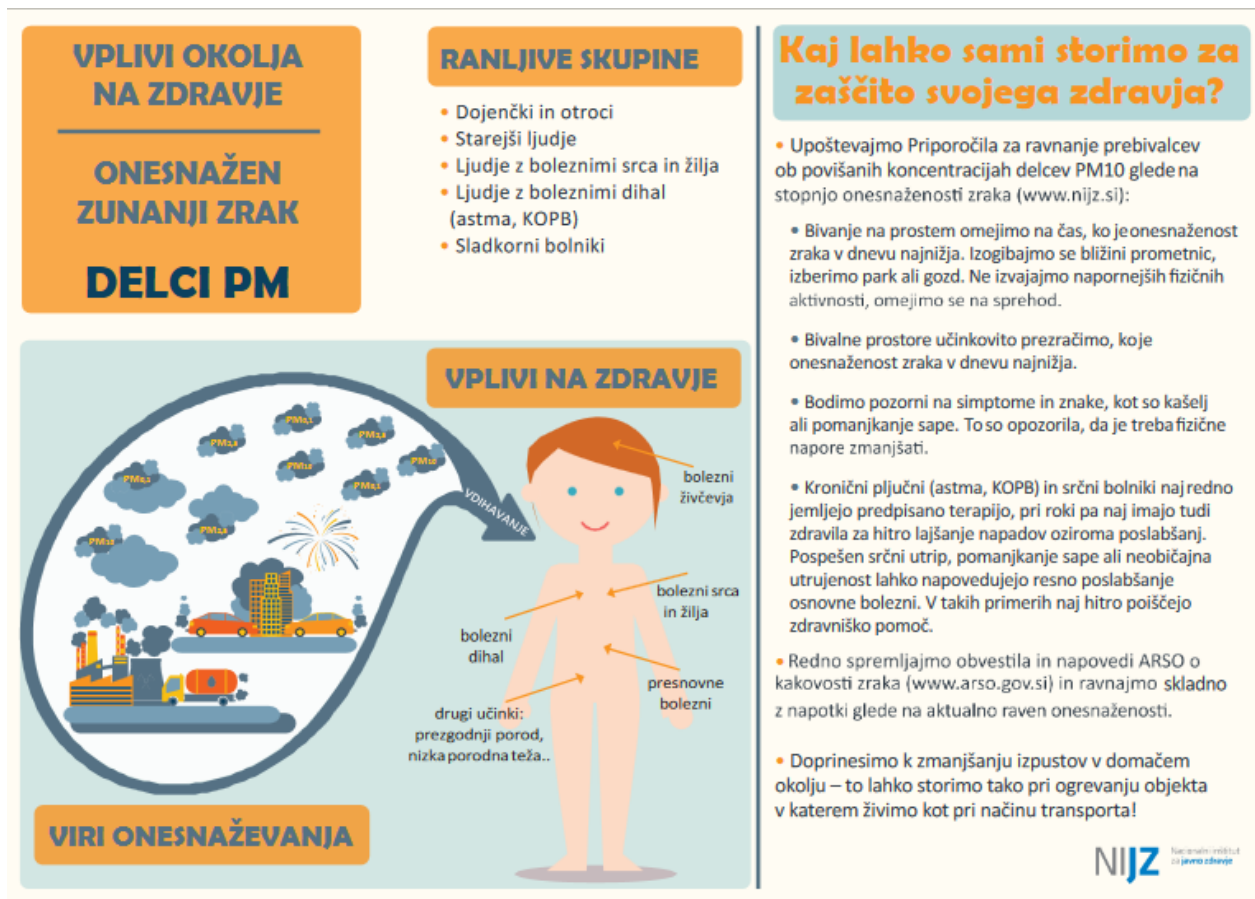
Ob koncu bi vas radi povabili k obisku prispevkov na temo zraka na spletni strani NIJZ.

• **ZUNANJI ZRAK - ONESNAŽENOST Z DELCI PM**

Prispevek Povišane ravni delcev PM₁₀ v zraku - priporočila za prebivalce

Dostopno na: <https://www.nijz.si/sl/povisane-ravni-delcev-pm10-v-zraku-priporocila-za-prebivalce>

Infografika Vplivi okolja na zdravje - onesnažen zunanji zrak DELCI PM



Dostopno na: https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/plakat_pm10_za_splet_1.pdf

• **ZUNANJI ZRAK - ONESNAŽENOST Z OZONOM**

Prispevek Povišane koncentracije troposferskega ozona - priporočila za prebivalce

Dostopno na: <https://www.nijz.si/sl/povisane-koncentracije-troposferskega-ozona-priporocila-za-prebivalce>

Infografika Vplivi okolja na zdravje - onesnažen zunanji zrak OZON

VPLIVI OKOLJA NA ZDRAVJE

ONESNAŽEN ZUNANJI ZRAK

PRIZEMNI OZON

RANLJIVE SKUPINE

- Otroci.
- Starejši ljudje.
- Ljudje z astmo, kronično obstruktivno pljučno boleznijo (KOPB) in bolniki z drugimi kroničnimi pljučnimi boleznimi.
- Ljudje z boleznimi srca.
- Vsi, ki so fizično aktivni na prostem (delavci v gradbeništvu, gozdarji, rekreativni športniki...).
- Nekateri bolj občutljivi zdravi posamezniki.

Kaj lahko sami storimo za zaščito svojega zdravja?

Splošna priporočila, ki veljajo za vroče, jasne, sončne dni, predvsem od meseca maja do vključno septembra oziroma ob povišanih koncentracijah ozona, so:

- Prostore zračimo v jutranjih urah in delu dopoldneva.
- Popoldne se zadržujemo v zaprtih prostorih, kjer so koncentracije ozona nižje. Koncentracije ozona so v dnevu običajno najvišje med 12. in 16. uro, na Primorskem in Obali pa med 12. in 18. uro.
- Izogibamo se fizičnim aktivnostim na prostem (tudi v hribih so poleti koncentracije ozona visoke). Aktivnosti na prostem izvajamo v jutranjih urah, ko so koncentracije ozona praviloma nižje.
- Od meseca maja do septembra redno spremljamo napovedi in obvestila ARSO v zvezi z onesnaženostjo zunanega zraka z ozonom.
- Pri načrtovanju dnevnih aktivnosti na prostem (še zlasti če načrtujemo intenzivnejšo fizično aktivnost) upoštevamo dnevne napovedi maksimalnih urnih koncentracij ozona in redno spremljamo urne ravni ozona ter preverimo indeks kakovosti zunanega zraka na spletnih straneh ARSO.

Priporočila veljajo za celotno populacijo, predvsem pa za ranljive skupine prebivalcev.

VPLIVI NA ZDRAVJE

VIRI ONESNAŽEVANJA

Dostopno na: https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/prizemni_ozon_-_plakat_splet.pdf

• NOTRANJI ZRAK - ONESNAŽENOST

Prispevek Notranji zrak - priporočila za prebivalce

Dostopno na: <https://www.nijz.si/sl/notranji-zrak-priporocila-za-prebivalce>

Infografika Vplivi okolja na zdravje - onesnažen notranji zrak

VPLIVI OKOLJA NA ZDRAVJE

ONESNAŽEN NOTRANJI ZRAK

RANLJIVE SKUPINE

Slaba kakovost notranjega zraka škodljivo vpliva na vse ljudi, še zlasti na:

- Ženske in otroke.
- Starejše.
- Osebe z boleznimi dihal (npr. astma, KOPB...).
- Osebe z boleznimi srca in žilja.
- Druge kronične bolnike, ki preživijo večino časa v zaprtih prostorih.

Kaj lahko sami storimo za zaščito svojega zdravja?

Ukrepi so usmerjeni v zmanjšanje sproščanja onesnaževal in zagotavljanje učinkovitega prezračevanja:

- V zaprtih prostorih ne kadimo.
- Poskrbimo, da so naš dom in službeni prostori dobro prezračeni.
- Redno vzdržujemo plinske naprave.
- Pri rabi premoga, lesa ali odprtega ognjišča upoštevajmo navodila za pravilno kurjenje in poskrbimo za redno vzdrževanje in čiščenje dimnikov.
- V bivalne prostore vgradimo alarmne naprave za dim in javljalnike ogljikovega monoksida.
- Uporabljajmo okolju in zdravju prijazne gradbene materiale ter pohištvo.
- Po uporabi detergentov, čistil in drugih pripomočkov, ki sproščajo kemikalije v zrak, vedno prezračimo prostore.
- Vzdržujemo ustrezno vlažnost v prostorih.
- Redno vzdržujemo vlažilnike zraka, v skladu z navodili proizvajalca.
- Preverimo prisotnost radona v prostorih, zlasti na območjih z visoko stopnjo sevanja.

VPLIVI NA ZDRAVJE

VIRI ONESNAŽEVANJA

Dostopno na: https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/notranji_zrak_za_splet.pdf

Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov z naslovom “Kakovost notranjega zraka v šolskih prostorih: gradivo za izobraževanja v okviru projekta InAirQ” je namenjen strokovnjakom in uporabnikom s področja javnega zdravja, arhitekture, gradbeništva ter zaposlenim v osnovnih šolah.

V okviru projekta InAirQ smo proučevali vplive onesnaženega zraka v šolskih prostorih na zdravje otrok in uporabnikov ter osveščali odgovorne ter pristojne strokovnjake o tej problematiki.

Svetovna zdravstvena organizacija poudarja, da predstavlja izpostavljenost onesnaženemu zraku, zunanjemu in v bivalnih prostorih, enega glavnih okoljskih javnozdravstvenih problemov z resnimi zdravstvenimi posledicami. Do sedaj je bila večina raziskav in ukrepov v zvezi z onesnaženim zrakom usmerjena v problematiko zunanjega zraka. Način življenja v Evropi je tak, da večino časa preživimo v zaprtih prostorih, tudi otroci.

Mednarodni projekt z naslovom “Mednarodno sprejeti ukrepi za zagotavljanje kakovosti zraka v notranjih prostorih” je potekal od julija 2016 do konca leta 2019 in je del projektov Interreg, Central Europe. Vodilni partner projekta je bil Nacionalni center za javno zdravje iz Budimpešte (National Public Health Center Budapest). Poleg Madžarske in Slovenije so v projektu sodelovale še organizacije iz Italije, Poljske in Češke. Iz vsake države sta bili v projekt vključeni zdravstvena ustanova in osnovna šola, v kateri se je izvedel aplikativni del projekta. Slovenijo je zastopala Osnovna šola Karla Destovnika Kajuha iz Ljubljane.

Book of a peer-reviewed scientific paper with the title “Indoor air quality in school environment: material for capacity building trainings” is aimed for professionals and users in the field of public health, architecture, construction and elementary school employees.

As a part of the InAirQ project, we studied the effects of indoor air pollutants in schools on health of children and employees, and raised awareness within the group of responsible persons and competent experts from this field.

The World Health Organization points out that exposure to polluted air, outdoor and living spaces is one of the major environmental public health problems with serious health consequences. Up to now, most of the research and action on polluted air has focused on ambient air. The way of life in Europe is that we spend most of our time indoors, including children. According to the literature, the effects of air pollution are most sensitive to children between the ages of 6 and 14, with schoolchildren accounting for over a tenth of the population.

International project Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management took place from July 2016 to the end of 2019 and is part of the Interreg, Central Europe projects. The lead partner of the project was the National Public Health Center Budapest. In addition to Hungary and Slovenia, institutions from Italy, Poland and the Czech Republic also participated in the project. From each country, a health institution and a primary school were involved in the project, in which the application part of the project was implemented. Slovenia was represented by Primary School Karl Destovnik Kajuh from Ljubljana.



REPUBLIKA SLOVENIJA
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO