

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Pajak, L., 2015. Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Dovjak, M., somentorica Kristl, Ž.): 80 str.

Datum arhiviranja: 02-25-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Pajak, L., 2015. Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih. Master Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Dovjak, M., co-supervisor Kristl, Ž.): 80 pp.

Archiving Date: 02-25-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE STOPNJE
STAVBARSTVO**

Kandidat:

LUKA PAJEK

INTEGRALNA OCENA UDOBJA IGRALNIC V VRTCIIH

Magistrsko delo št.: 4/II.ST

**INTEGRAL EVALUATION OF PLAYROOM COMFORT
IN CHILDREN DAY CARE CENTERS**

Graduation – Master Thesis No.: 4/II.ST

Mentorica:

doc. dr. Mateja Dovjak

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentorica:

dr. Živa Kristl

Ljubljana, 03. 02. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

»Ta stran je namenoma prazna«

IZJAVE

Podpisani Luka Pajek izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom *Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih*.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 14. 1. 2015

Luka Pajek

»Ta stran je namenoma prazna«

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	697:365.6(043.2)
Avtor:	Luka Pajek
Mentor:	doc. dr. Mateja Dovjak
Somentor:	dr. Živa Kristl
Naslov:	Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih
Tip dokumenta:	Magistrsko delo – B.
Obseg in oprema:	80 str., 23 pregl., 14 graf., 11 sl., 4 en., 2 pril.
Ključne besede:	vrtec, igralnica, otroci, zdravje, udobje, toplotno udobje, svetlobno udobje, kakovost zraka, zvočno udobje, lestvica o integralnem udobju

Izvleček

Večina otrok zgodnje otroštvo preživlja v vrtcih, ki predstavljajo otrokovo fizično, biološko in socialno okolje. Namen magistrskega dela je integralno (celostno) oceniti udobje v petindvajsetih igralnicah izbranih osemnajstih vrtcev v osrednji Sloveniji. Integralna ocena udobja je potekala v štirih korakih, ki so zajemali meritve izbranih parametrov udobja in anketiranje zaposlenih. V koraku 1 smo opravili obširen pregled raziskav, identificirali probleme in določili kriterije za integralno oceno udobja. *In-situ* meritve parametrov toplotnega in svetlobnega udobja, kakovosti zraka in zvočnega udobja smo opravili v koraku 2 (objektivna ocena udobja). Poleg tega smo s pomočjo validiranega anketnega vprašalnika udobje subjektivno ocenili (korak 3). V okviru koraka 4 – integralne ocene udobja – smo med seboj primerjali izmerjene in izračunane parametre posameznega področja udobja v izbranih igralnicah, ovrednotili možno povezavo med različnimi parametri udobja, primerjali rezultate objektivne in subjektivne ocene udobja v vrtcih in poudarili ključne ugotovitve. Na podlagi narejenih korakov smo oblikovali ocenjevalno lestvico o integralnem (celostnem) udobju (ang. *integral comfort scale*) in predlagali možne izboljšave za doseganje udobnih in zdravih razmer v vrtcih. Raziskav, ki bi integralno (celostno) obravnavale toplotno in svetlobno udobje, kakovost notranjega zraka ter zvočno udobje v vrtcu, ni. S tem smo pristop integralne ocene udobja prvič uporabili za vzgojno-izobraževalno ustanovo. Ugotovili smo, da je udobje v večini obravnavanih vrtcev slabo, hkrati pa subjektivne ocene parametrov udobja v igralnicah večinoma odstopajo od objektivnih. S pomočjo ocenjevalne lestvice o integralnem udobju smo kot udobni igralnici ocenili le dve od petindvajsetih. Predlagamo celovite ukrepe, zasnovane na predstavljeni integralni oceni udobja, ki jih je treba upoštevati pri novogradnjah in prenovah vzgojno-izobraževalnih ustanov.

»Ta stran je namenoma prazna«

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	697:365.6(043.2)
Author:	Luka Pajek
Supervisor:	Assist. Prof. Mateja Dovjak, Ph. D.
CO-supervisor:	Živa Kristl, Ph. D.
Title:	Integral evaluation of playroom comfort in children day care centers
Document type:	Master Thesis
Scope and tools:	80 p., 23 tab., 14 graph., 11 fig., 4 eq., 2 ann.
Keywords:	children day care center, playroom, children, health, comfort, thermal comfort, visual comfort, indoor air quality, acoustic comfort, integral comfort scale

Abstract

The majority of children spend their childhood in children day care centers, which represent the child's physical, biological and social environment. The purpose of this master thesis is to perform integral evaluation of comfort in twenty-five playrooms of eighteen Central-Slovenian children day care centers. Integral evaluation of comfort has been performed in four steps, which included measurements of selected parameters of comfort, as well as surveying of the employees. The comprehensive literature review was carried out in step 1 as we identified the problems and defined criteria for integral evaluation of comfort. *In-situ* measurements of the selected parameters of thermal and visual comfort, indoor air quality and acoustic comfort were carried out in step 2 (objective evaluation of comfort). In addition, the subjective evaluation of comfort was performed in step 3 on the basis of validated questionnaire. In the context of step 4 – integral evaluation of comfort – we compared the measured and calculated parameters of each comfort type, analyzed the possible relationship between various parameters of comfort in selected playrooms, compared the results of objective and subjective evaluation of comfort and exposed the key conclusions. Based on the implemented steps we formulated integral comfort scale. We suggested possible improvements for achieving comfortable and healthy conditions in children day care centers. We have found out that there are no researches, which would include integral evaluation of thermal, visual, acoustic comfort and indoor air quality of children day care centers. Consequently, we are the first who used integral evaluation of comfort approach in an educational institution. We have discovered that comfort in majority of day care centers is poor, while subjective evaluations of comfort parameters in playrooms were deviating from the objective ones. On the basis of integral comfort scale only two out of twenty-five playrooms were evaluated as integrally comfortable. Both, for new buildings as well as for the renovation of educational institutions, we suggest comprehensive measures, based on the presented integral evaluation of comfort.

»Ta stran je namenoma prazna«

ZAHVALA

Črna zemlja, žulji na rokah, kratke noči.

Čas se le prereka, močna želja te hrabri.

Poletje vzkali posejano seme znanja,

izmučeno telo pa o počitku sanja.

Pozimi se topel kruh v pamet zavije,

sneg napora skopni in ti srečo odkrije.

Zahvališ se ljubezni, družini ter bogu,

dobrim prijateljem in učiteljskemu krogu.

Luka Pajek

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mateji Dovjak in somentorici dr. Živi Kristl za sodelovanje, pridobljeno znanje, čas, motivacijo in pomoč v času študija ter pri nastajanju magistrskega dela. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Alešu Krainerju, ki je v meni vzbudil željo po nadaljnjem študiju in znanstvenem udejstvovanju. Za pridobljeno znanje, motivacijo in pomoč v času študija ter pri nastajanju magistrskega dela se zahvaljujem tudi preostalim članom Katedre za stavbe in konstrukcijske elemente, doc. dr. Mitji Koširju, doc. dr. Romanu Kuniču ter Rudolfu Perdanu. Zahvaljujem se vsem pedagogom Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, ki so pristavili kamenček v mozaik mojega znanja.

Posebna zahvala za pomoč pri izvajanju meritev in za podporo gre vodji raziskovalnega projekta MOL, z imenom *Hrup v vrtcu – osveščanje otrok, vzgojiteljev in staršev*, mag. Katarini Kacjan Žgajnar. Za pomoč se zahvaljujem tudi vsem drugim članom projektne skupine, še posebej Anu Galičiču. Vsem vrtcem, v katerih smo izvajali meritve, ter vzgojiteljicam, vzgojiteljem in pomočnicam, pomočnikom se zahvaljujem za sodelovanje.

Staršem, Borisu in Marjeti, se zahvaljujem za vso ljubezen in podporo v času mojega študija. Še posebej se zahvaljujem sestri Ines, ki mi je vse življenje stala ob strani v trenutkih, ko sem jo najbolj potreboval. Svoji izbranki Maši se zahvaljujem za njeno ljubezen in podporo. Dodatna zahvala gre teti Alenki za pomoč pri lektoriranju in oblikovanju magistrskega dela ter preostalih mojih del.

Vsem prijateljem se zahvaljujem za podporo in nepozabne trenutke. Posebna zahvala za pomoč v času študija ter pri nastajanju magistrskega dela pa velja prijateljema Anžetu in Klemnu.

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO VSEBINE

Stran za popravke	I
Izjave	III
Bibliografsko-dokumentacijska stran z izvlečkom	V
Bibliographic-documentalistic information and abstract	VII
Zahvala	IX
Kazalo vsebine	XI
Kazalo preglednic	XIII
Kazalo grafikonov	XV
Kazalo slik	XVII
Kazalo prilog	XIX
Okrajšave	XXI
Simboli	XXIII
Razlaga pojmov	XXVII
1 UVOD	1
2 ANALIZA TRENUTNEGA STANJA	5
2.1 Metodologija pregleda raziskav, zakonodaje in priporočil	5
2.2 Kritična ocena pregleda raziskav	5
2.3 Kritična ocena veljavne zakonodaje in priporočil	12
2.4 Identifikacija problemov in določitev kriterijev za integralno oceno udobja	16
3 MERITVE PARAMETROV IN OBJEKTIVNA OCENA UDOBJA	19
3.1 Zasnova meritev za objektivno oceno udobja	19
3.2 Rezultati meritev	23
3.2.1 Meritve parametrov toplotnega udobja	23
3.2.2 Meritve parametrov svetlobnega udobja	28
3.2.3 Meritve parametrov kakovosti notranjega zraka	32
3.2.4 Meritve parametrov zvočnega udobja	35
4 SUBJEKTIVNA OCENA UDOBJA	39
4.1 Zasnova izvedbe anketiranja	39
4.2 Subjektivna ocena udobja igralnic na podlagi anket	40
4.3 Analiza ukrepov vzgojiteljic v neudobnih razmerah na podlagi anket	42
5 INTEGRALNA OCENA UDOBJA (RAZPRAVA)	47
5.1 Primerjava parametrov posameznih področij udobja med izbranimi igralnicami	47
5.1.1 Primerjava parametrov toplotnega udobja	47
5.1.2 Primerjava parametrov svetlobnega udobja	51
5.1.3 Primerjava parametrov kakovosti notranjega zraka	54
5.1.4 Primerjava parametrov zvočnega udobja	56
5.2 Medsebojni vplivi različnih parametrov integralnega udobja	58
5.3 Primerjava objektivne in subjektivne ocene udobja	60
5.4 Analiza rezultatov in primerjava z dozdajšnjimi raziskavami	62
5.5 Oblikovanje ocenjevalne lestvice o integralnem udobju	66
5.6 Priporočila za izboljšanje integralnega (celostnega) udobja igralnic v vrtcih	69
6 ZAKLJUČKI	71
VIRI	73

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Povzetek pregleda izbranih raziskav	6
Preglednica 2:	Zakonske zahteve in priporočila za zagotavljanje udobja v vrtcih	13
Preglednica 3:	Izbrani kriteriji za pomoč pri oblikovanju ocenjevalne lestvice o integralnem udobju ter reference	17
Preglednica 4:	Seznam obravnavanih igralnic in njihove lastnosti	19
Preglednica 5:	Uporabljena merilna oprema in lastnosti meritev	21
Preglednica 6:	Karakteristike merilne opreme (Voltcraft, 2014; RSCBN, 2014)	21
Preglednica 7:	Rezultati meritev T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih	23
Preglednica 8:	Rezultati meritev T_{surf} v igralnici št. 1	24
Preglednica 9:	Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja	26
Preglednica 10:	Rezultati meritev L_{eqi} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih	28
Preglednica 11:	Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja	29
Preglednica 12:	Rezultati meritev cCO_{2i} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih	32
Preglednica 13:	Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega zraka	33
Preglednica 14:	Rezultati meritev L_{eqi} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih	35
Preglednica 15:	Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja	36
Preglednica 16:	Subjektivne ocene posameznih sklopov udobja, pridobljene na podlagi anket	40
Preglednica 17:	Igralnice, vključene v primerjavo parametrov toplotnega udobja in njihove posebnosti	47
Preglednica 18:	Igralnice, upoštevane pri primerjavi parametrov svetlobnega udobja in njihove posebnosti	51
Preglednica 19:	Primerjava med parametri svetlobnega udobja v štirih izbranih igralnicah	52
Preglednica 20:	Igralnice, zajete v primerjavo parametrov kakovosti notranjega zraka in njihove posebnosti	54
Preglednica 21:	Primerjava med vrednostjo PMV in TSV v posameznih igralnicah	60
Preglednica 22:	Način dodelitve točk integralnega udobja (ang. <i>integral comfort points</i> , <i>ICP</i>) glede na vrednosti posameznih parametrov	66
Preglednica 23:	Klasifikacija igralnic s točkami integralnega udobja (ang. <i>integral comfort points</i> , <i>ICP</i>) in razporeditev od najbolj udobne do najbolj neudobne	67

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Prikaz subjektivnih ocen parametrov notranjega okolja šestih značilnih igralnic	41
Grafikon 2:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici prevroče?« (N = 70; »Se slečem.« = 42, »Odprem okno.« = 28, »Vključim klimo/ventilator.« = 0, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0)	42
Grafikon 3:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici prehladno?« Pri čemer so pod odgovor drugo navedli: »Ni nikoli.« in »Pospešim gibanje.« (N = 54; »Se oblečem.« = 40, »Vključim radiator.« = 11, »Drugo.« = 3, »Nič.« = 0)	43
Grafikon 4:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko se vam zrak v igralnici zdi zatohel?« (N = 47; »Odprem okno, vrata.« = 47, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0)	43
Grafikon 5:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici pretemno?« (N = 69; »Prižgem luč.« = 42, »Odgrnem zaveso/dvignem senčilo.« = 27, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0)	44
Grafikon 6:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici presvetlo?« (N = 65; »Ugasnem luč.« = 38, »Zagrnem zaveso/spustim senčilo.« = 27, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0)	44
Grafikon 7:	Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko se vam v igralnici blešči?« Pri čemer so kot odgovor drugo navedli: »Se ne blešči, ker ima igralnica malo dnevne svetlobe.« (N = 54; »Zagrnem zaveso/spustim senčilo.« = 41, »Se prestavim na drugo mesto, kjer se ne blešči.« = 11, »Nič.« = 1, »Drugo.« = 1)	45
Grafikon 8:	Temperatura notranjega zraka T_{ai} [°C] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah	48
Grafikon 9:	Relativna vlažnost notranjega zraka RH_{ai} [%] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah	49
Grafikon 10:	Hitrosti gibanja zraka v_{ai} [m/s] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah	50
Grafikon 11:	Koncentracija ogljikovega dioksida cCO_{2i} [ppm] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah	54
Grafikon 12:	Izračunani (Eyringova, Sabinova in Millington-Settejeva enačba), optimalni ter izmerjeni odmevni časi analiziranih igralnic	56
Grafikon 13:	Rezultati meritev (objektivna ocena) udobja šestih izbranih igralnic	58
Grafikon 14:	Primerjava med objektivno oceno (levo) in subjektivno oceno (desno) udobja v šestih značilnih igralnicah	61

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO SLIK

Slika 1:	Koncept integralnega udobja z izbranimi parametri preučevanja: temperatura notranjega zraka (T_{ai}), relativna vlažnost notranjega zraka (RH_{ai}), hitrost gibanja zraka (v_{ai}), srednja sevalna temperatura (T_{mr}), koncentracija CO_2 v notranjem zraku (cCO_{2i}), raven hrupa (L_{eqi}), odmevni čas (T_{Ey} , T_s , T_{M-S} , T_m), osvetljenost delovne ravnine (E_i), kontrasti (enakomernost osvetljenosti) in delež svetlobnih odprtin	2
Slika 2:	Prikaz opravljenih korakov	3
Slika 3:	Tloris igralnice št. 1 s pripadajočimi kotami; z zelenim krogom je označeno mesto merjenja T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} (sredina prostora)	23
Slika 4:	Z zelenimi križci so na primeru tlorisa označena mesta merjenja T_{surf} (sredina in vogali prostora)	24
Slika 5:	Tloris igralnice št. 1; z rumenimi krogi so označena mesta merjenja E_i (mreža točk).	28
Slika 6:	Škatlasto okno v igralnici št. 8.	31
Slika 7:	Tloris igralnice št. 1; z oranžnim krogom je označeno mesto merjenja cCO_{2i} (vzgojiteljičina miza)	32
Slika 8:	Primer naravnega prezračevanja igralnice z odpiranjem oken (levo) in mehanskega prezračevanja s centralnim prezračevalnim sistemom (desno)	34
Slika 9:	Tloris igralnice št. 1; z rdečim krogom je označeno mesto merjenja L_{eqi} (sredina prostora)	35
Slika 10:	Spuščen ("armstrong") strop v igralnicah št. 12, 16 in 17, ki ugodno vpliva na skrajšanje odmevnega časa v prostoru	57
Slika 11:	Poškodovana in neuporabna senčila v igralnici, ki so velikokrat vzrok za slabo svetlobno udobje	63

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: ANKETA O UDOBJU NA DELOVNEM MESTU	A1
PRILOGA B: OBRAZCI ZA ZAPISOVANJE MERITEV V IGRALNICAH	B1
B.1 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 1	B3
B.2 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 2	B7
B.3 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 3	B11
B.4 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 4	B15
B.5 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 5	B19
B.6 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 6	B23
B.7 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 7	B27
B.8 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 8	B31
B.9 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 9	B35
B.10 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 10	B39
B.11 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 11	B43
B.12 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 12	B47
B.13 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 13	B51
B.14 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 14	B55
B.15 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 15	B59
B.16 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 16	B63
B.17 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 17	B67
B.18 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 18	B71
B.19 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 19	B75
B.20 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 20	B79
B.21 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 21	B83
B.22 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 22	B87
B.23 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 23	B91
B.24 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 24	B95
B.25 Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 25	B99

»Ta stran je namenoma prazna«

OKRAJŠAVE

ANSI	=	Ameriški inštitut za standardizacijo (ang. <i>American National Standards Institute</i>)
ARSO	=	Agencija Republike Slovenije za okolje (ang. <i>Slovenian Environment Agency</i>)
ASHRAE	=	Ameriško združenje inženirjev za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje (ang. <i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>)
BS	=	Britanski standard (ang. <i>British Standard</i>)
CEN	=	Evropski odbor za standardizacijo (fr. <i>Comité Européen de Normalisation</i> , ang. <i>European Committee for Standardization</i>)
CO ₂	=	ogljikov dioksid (ang. <i>carbon dioxide</i>)
COM	=	sporočilo komisije (ang. <i>Commission Communication</i>)
dB	=	decibel
EN	=	Evropski standard (ang. <i>European Norm</i>)
EPA	=	Agencija za varstvo okolja (ang. <i>Environmental Protection Agency</i>)
EPBD-r	=	Direktiva o energetske učinkovitosti stavb – prenovljena (ang. <i>Energy Performance of Buildings Directive – recast</i>)
EU	=	Evropska unija (ang. <i>European Union</i>)
IAQ	=	kakovost notranjega zraka (ang. <i>Indoor Air Quality</i>)
ISO	=	Mednarodno združenje za standardizacijo (ang. <i>International Organization for Standardization</i>)
KDS	=	količnik dnevne svetlobe (ang. <i>daylight factor</i>)
LEED	=	Usmeritve za energetske in okoljske načrtovanje (ang. <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>)
LT	=	transmisivnost (prepustnost) svetlobe (ang. <i>light transmission</i>)
ppm	=	število delcev na milijon (ang. <i>parts per million</i>)
PURES	=	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (ang. <i>Rules on efficient use of energy in buildings</i>)
PVC	=	polivinilklorid (ang. <i>polyvinyl chloride</i>)
RS	=	Republika Slovenija (ang. <i>Republic of Slovenia</i>)
SIST	=	Slovenski inštitut za standardizacijo (ang. <i>Slovenian Institute for standardization</i>)
sub	=	subjektivno (ang. <i>subjective</i>)
TSG	=	Tehnična smernica za graditev (ang. <i>Technical guidelines for building</i>)
WHO	=	Svetovna zdravstvena organizacija (ang. <i>World Health Organization</i>)
ZDA	=	Združene države Amerike (ang. <i>United States of America</i>)
ZVZD	=	Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ang. <i>Occupational Health and Safety Act</i>)

»Ta stran je namenoma prazna«

SIMBOLI

$4mV$	=	absorpcija zvoka v zraku [-]
$\bar{\alpha}$	=	srednji koeficient absorpcije zvoka vseh površin v prostoru [-]
α_i	=	absorpcijski koeficient pripadajoče površine S_{eqi} [-]
cCO_{2i}	=	koncentracija CO_2 v notranjem zraku [ppm]
$cCO_{2i,avg}$	=	povprečna koncentracija CO_2 v notranjem zraku [ppm]
$cCO_{2i,max}$	=	maksimalna koncentracija CO_2 v notranjem zraku [ppm]
$cCO_{2i,min}$	=	minimalna koncentracija CO_2 v notranjem zraku [ppm]
cCO_{2e}	=	koncentracija CO_2 v zunanjem zraku [ppm]
$cCO_{2e,avg}$	=	povprečna koncentracija CO_2 v zunanjem zraku [ppm]
E_i	=	osvetljenost delovne ravnine [lx]
$E_{i,avg}$	=	povprečna osvetljenost delovne ravnine [lx]
$E_{i,max}$	=	maksimalna osvetljenost delovne ravnine [lx]
$E_{i,min}$	=	minimalna osvetljenost delovne ravnine [lx]
E_{sub}	=	indeks subjektivne ocene svetlobne zaznave [-]
$E_{sub,avg}$	=	povprečni indeks subjektivne ocene svetlobne zaznave [-]
E_{ZNT}	=	osvetljenost najtemnejšega dela neba [lx]
IAQ_{sub}	=	indeks subjektivne ocene zaznave kakovosti zraka [-]
$IAQ_{sub,avg}$	=	povprečni indeks subjektivne ocene zaznave kakovosti zraka [-]
ICP	=	točke integralnega udobja (ang. <i>Integral Comfort Points</i>) [-]
ICP_{PMV}	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju <i>PMV</i> [-]
$ICP_{T_{ai,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju $T_{ai,avg}$ [-]
$ICP_{RH_{ai,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju $RH_{ai,avg}$ [-]
$ICP_{E_{i,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju $E_{i,avg}$ [-]
$ICP_{E_{cont,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju E_{min}/E_{avg} in E_{avg}/E_{max} (povprečje točk) [-]
$ICP_{cCO_{2i,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju $cCO_{2i,avg}$ [-]
$ICP_{L_{eqi,avg}}$	=	točke integralnega udobja (<i>ICP</i>), pridobljene na področju $L_{eqi,avg}$ [-]
L_{Aeq}	=	ekvivalentna stalna raven hrupa v danem časovnem intervalu ali času merjenja [dB(A)]

$L_{Aeq,Te}$	=	ekvivalentna stalna raven hrupa v časovnem obdobju T_e [dB(A)]
L_{eqi}	=	notranja raven hrupa [dB]
$L_{eqi,avg}$	=	povprečna notranja raven hrupa [dB]
L_{eqe}	=	zunanja raven hrupa [dB]
$L_{eqe,avg}$	=	povprečna zunanja raven hrupa [dB]
L_{AF}	=	izmerjena vrednost ravni hrupa, izmerjena z merili, ki imajo frekvenčno ovrednoteno karakteristiko tipa A in časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast) [dB(A)]
L_{AFmax}	=	maksimalna vrednost ravni hrupa L_{AF} v danem časovnem intervalu ali v času merjenja [dB(A)]
LT	=	transmisivnost zasteklitve za dnevno svetlobo [-]
LT_{avg}	=	povprečna transmisivnost zasteklitve za dnevno svetlobo [-]
PMV	=	indeks pričakovane povprečne presoje toplotnega občutja (ang. <i>Predicted Mean Vote</i>) [-]
PMV_{avg}	=	povprečni indeks pričakovane povprečne presoje toplotnega občutja [-]
PPD	=	pričakovani odstotek nezadovoljnih s toplotnim udobjem (ang. <i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>) [%]
PPD_{IAQ}	=	odstotek s kakovostjo notranjega zraka nezadovoljnih uporabnikov [%]
Q_{NC}	=	letna potrebna energija za hlajenje [kWh/m ² a]
Q_{NH}	=	letna potrebna energija za ogrevanje [kWh/m ² a]
Q_p	=	letna primarna potrebna energija [kWh/m ² a]
RH_{ai}	=	relativna vlažnost notranjega zraka [%]
$RH_{ai,avg}$	=	povprečna relativna vlažnost notranjega zraka [%]
$RH_{ai,max}$	=	maksimalna relativna vlažnost notranjega zraka [%]
$RH_{ai,min}$	=	minimalna relativna vlažnost notranjega zraka [%]
RH_{ae}	=	relativna vlažnost zunanjega zraka [%]
$RH_{ae,avg}$	=	povprečna relativna vlažnost zunanjega zraka [%]
RH_{sub}	=	indeks subjektivne ocene zaznave vlage [-]
$RH_{sub,avg}$	=	povprečni indeks subjektivne ocene zaznave vlage [-]
S	=	površina [m ²]
S_{pov}	=	povprečna površina [m ²]
S_{eq}	=	ekvivalentna absorpcijska površina prostora [m ²]
S_{sv}	=	površina svetlobnih odprtih [m ²]
$S_{sv,pov}$	=	povprečna površina svetlobnih odprtih [m ²]

T_{ai}	=	temperatura notranjega zraka [°C]
$T_{ai,avg}$	=	povprečna temperatura notranjega zraka [°C]
$T_{ai,max}$	=	maksimalna temperatura notranjega zraka [°C]
$T_{ai,min}$	=	minimalna temperatura notranjega zraka [°C]
T_{ae}	=	temperatura zunanjega zraka [°C]
$T_{ae,avg}$	=	povprečna temperatura zunanjega zraka [°C]
T_e	=	čas v urah, dnevno/tedensko, ki ga delavec preživi v hrupnem okolju [h]
T_{Ey}	=	odmevni čas prostora po Eyringovi enačbi [s]
$T_{Ey,avg}$	=	povprečni odmevni čas prostora po Eyringovi enačbi [s]
T_m	=	izmerjeni odmevni čas prostora [s]
T_{mr}	=	srednja sevalna temperatura [°C]
$T_{mr,avg}$	=	povprečna srednja sevalna temperatura [°C]
T_{M-S}	=	odmevni čas prostora po Millington-Settejevi enačbi [s]
$T_{M-S,avg}$	=	povprečni odmevni čas prostora po Millington-Settejevi enačbi [s]
T_o	=	operativna temperatura [°C]
T_{opt}	=	optimalni odmevni čas prostora [s]
$T_{opt,avg}$	=	povprečni optimalni odmevni čas prostora [s]
T_s	=	odmevni čas prostora po Sabinovi enačbi [s]
$T_{s,avg}$	=	povprečni odmevni čas prostora po Sabinovi enačbi [s]
T_{sub}	=	indeks subjektivne ocene temperaturne zaznave [-]
$T_{sub,avg}$	=	povprečni indeks subjektivne ocene temperaturne zaznave [-]
T_{surf}	=	temperatura obodnih površin [°C]
T_{SV}	=	indeks subjektivne ocene toplotne zaznave (ang. <i>Thermal Sensation Vote index</i>) [-]
V	=	prostornina [m ³]
V_{pov}	=	povprečna prostornina [m ³]
v_{ai}	=	hitrost gibanja zraka [m/s]
$v_{ai,avg}$	=	povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]
$v_{ai,max}$	=	maksimalna hitrost gibanja zraka [m/s]
$v_{ai,min}$	=	minimalna hitrost gibanja zraka [m/s]

»Ta stran je namenoma prazna«

RAZLAGA POJMOV

Aktivna cona: Uporabnikova cona znotraj aktivnega prostora; prostor ali skupina prostorov v stavbi s katero koli zahtevano kombinacijo ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali osvetljevanja. Prostori morajo biti med seboj dovolj podobni, da je želene razmere mogoče vzdrževati z eno samo napravo za regulacijo (ISO/TC 205/WG 002).

Cirkadiani ritem: So fiziološki, vedenjski in biokemični procesi v telesu, ki potekajo v približno 24-urnih ciklih (lat. *circa* – okoli, *dies* – dan). Mednje štejemo izmenjavanje spanja in budnosti, stanje zavesti, nihanje telesne temperature, raven različnih hormonov, krvnega tlaka, srčne frekvence, pojavljanje lakote itn.

Ftalati: So estri ftalne kisline in alifatskih alkoholov. So hlapne tekočine, ki jih dodajajo polimerom v plastičnih masah, da izboljšajo njihove mehanske lastnosti ipd.

Igralnica: Soba, prostor za igranje družabnih ali otroških iger. Igralnica v vrtcu je prostor za vzgojne dejavnosti otrok enega oddelka (skupine).

Integralno udobje: Pojem je bil zasnovan v delih Dovjak (2012) in Dovjak in sod. (2014) ter v tem magistrskem delu prvič apliciran v vzgojno-izobraževano ustanovo (vrtec). Pomeni celovito in enakovredno obravnavo vseh parametrov udobja: toplotnega, svetlobnega, zvočnega; kakovosti notranjega zraka in ergonomije.

Količnik dnevne svetlobe (KDS): Je standardizirana oblika izražanja dnevne osvetljenosti v stavbah. Definiran je kot razmerje nivojev nebesne (difuzne) svetlobe, ki pade na določeno točko dane ravnine neposredno ali posredno, ob predpostavljeni ali znani razporeditvi svetlobe na nebu in svetlobe na horizontalni ravnini, sprejete od neovirane hemisfere tega neba v istem trenutku. Neposredne sončne svetlobe ne upoštevamo.

Lestvica o integralnem udobju: Ang. *integral comfort scale*, je brezenotna ocenjevalna lestvica, s katero se ocenjuje integralno (celostno) udobje v prostoru. Izdelana je na podlagi zahtev zakonodajnih aktov in priporočil ter na podlagi ugotovitev raziskav. Integralno udobje v prostoru se točkuje s točkami integralnega udobja (ang. *integral comfort points*, *ICP*), ki lahko zavzemajo vrednosti od 0 do 21, glede na to, kako parametri določenega področja udobja odstopajo od definiranih kriterijev. Večje odstopanje je ovrednoteno z več točkami. Na podlagi vsote pridobljenih točk se prostor ovrednoti in definira kot integralno udoben ali integralno neudoben.

Odmevni čas: Če v prostoru iznenada izključimo hrupni vir, akustični odboji še naprej potujejo po prostoru, vendar se njihova energija pri vsakem odboju postopoma zmanjšuje. Bolj kot je prostor odmeven, počasneje ta energija upada. Kot merilo za to upadanje se uporablja odmevni čas T_{60} . To je čas, v katerem raven zvočnega tlaka pade za 60 dB (TSG-1-005:2012). Odmevni čas se lahko izračuna na podlagi več enačb, med drugim Sabinove enačbe (se uporablja za račun odmevnega časa v prostorih z manjšo absorpcijo zvoka, ko je srednji koeficient absorpcije zvoka manjši od 0,2), Eyringove (pri prostorih z večjo absorpcijo), Millington-Settejeve enačbe (se uporablja, ko je v prostoru več materialov z različnimi absorpcijskimi koeficienti (Neubauer in Kostek, 2001)).

Operativna temperatura: Tudi občutena temperatura, je srednja temperatura med temperaturo zraka v prostoru in srednjo sevalno temperaturo, določena z enačbo v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02).

Pasivna stavba: Stavba, zgrajena po merilih Inštituta za pasivno stavbo, ki je energetsko učinkovita, udobna in cenovno dostopna (Passive House Institute, 2014). Da se stavba šteje kot pasivna, mora izpolnjevati določene zahteve. Letna potrebna energija za ogrevanje (Q_{NH}) ali hlajenje (Q_{NC}) stavbe ne sme preseči 15 kWh/m²a, primarna potrebna energija (Q_p) (ogrevanje, zagotavljanje tople vode in električna) ne sme preseči vrednosti 120 kWh/m²a, zrakotesnost ovoja stavbe mora biti zagotovljena z največ 0,6 menjav zraka na uro, v vseh letnih časih mora biti zagotovljeno toplotno udobje in le 10 % letnih ur lahko temperatura notranjega zraka preseže 25 °C, uporabniku mora biti na voljo prilagajanje temperature zraka in stopnje prezračevanja, bivalni prostori pa morajo imeti možnost za odpiranje oken (Passive House Institute, 2014).

PMV indeks: Indeks pričakovane povprečne presoje toplotnega občutja (ang. *Predicted Mean Vote Index*) je razvil Fanger (1970) in temelji na izračunih, določenih v standardu ISO 7730:2005(E). Predvidi povprečno število glasov velike skupine ljudi (N=1300) na 7-točkovni lestvici toplotne zaznave. Nevtralni občutek je vrednoten z 0, odstopanja pa z negativnim (do -3) ali pozitivnim (do +3) predznakom. Ko ustvarimo razmere, pri katerih je PMV = 0, pomeni kombinacijo aktivnosti, obleke in okoljskih parametrov, ki povprečnemu uporabniku omogoča toplotno nevtralno zaznavo.

PPD indeks: Pričakovani odstotek nezadovoljnih s toplotnim udobjem (ang. *Predicted Percentage of Dissatisfied*) je odstotek ljudi, ki so s toplotnim udobjem nezadovoljni. Zaradi individualnosti je najmanjša vrednost PPD indeksa 5 %, saj bo vedno obstajal delež uporabnikov, ki so z notranjim okoljem nezadovoljni.

Število delcev na milijon (ppm): Ang. *parts per million*, je enota za merjenje koncentracije. Definirana je kot število masnih ali volumskih delov izbrane snovi v milijonu delov raztopine ali zmesi.

Točke integralnega udobja (ICP): Ang. *integral comfort points*, so točke, s katerimi ocenjujemo integralno udobje v prostoru. *ICP* so bile definirane glede na povprečne vrednosti izmerjenih parametrov. Največje število *ICP*, ki jih prostor lahko pridobi za posamezni parameter, je 3 (največje možno odstopanje), najmanjše pa 0 (ni odstopanja). Skupno število *ICP* dobimo z vsoto vseh posameznih vrednosti *ICP* obravnavanih parametrov. Vsak prostor tako lahko pridobi največ 21 *ICP* in najmanj 0 *ICP*. Prostor se šteje kot integralno udoben, če je skupno število *ICP* manjše od 4, hkrati pa noben od posameznih parametrov ne doseže več kot 1,5 *ICP*.

Transmisivnost zasteklitve (LT): Je lastnost zasteklitve, ki definira odstotek prehoda vidnega dela sončnega sevanja skozi zasteklitev v primerjavi z na zunanji strani prejetim vidnim sevanjem.

TSV indeks: Indeks subjektivne ocene toplotne zaznave (ang. *Thermal Sensation Vote index*) pomeni subjektivno oceno toplotnega udobja v obravnavanem toplotnem okolju. V magistrskem delu je določen s pomočjo vprašalnika.

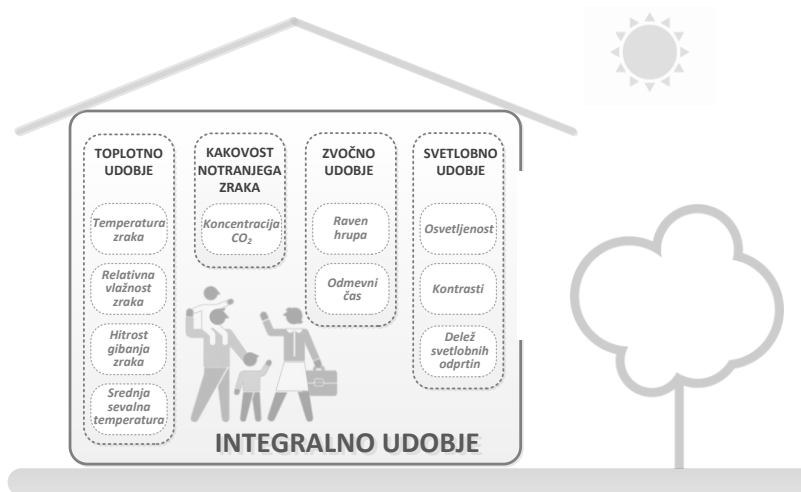
1 UVOD

Pogosto slišimo, da so otroci naše največje bogastvo. Okolje, v katerem živijo, odraščajo in se učijo, ima pri njihovem razvoju zelo pomembno vlogo. Večina otrok zgodnje otroštvo preživlja v vrtcih, ki predstavljajo otrokovo fizično, biološko in socialno okolje (Strah, 2005). Pomembno je, da njihovo bivanje v vzgojno-izobraževalni ustanovi ne pomeni zdravstvenih tveganj (Kacjan Žgajnar in sod., 2013). V sistem predšolske vzgoje vrtcev so vključeni otroci od končanega porodniškega dopusta enega izmed staršev do vstopa v šolo (Marjanovič Umek in Fekolja Peklaj, str. 22, 2008). Statistični podatki Republike Slovenije kažejo, da je bilo po stanju septembra 2013 skoraj 76 % (83.700) vseh otrok, starih od enega do pet let, vpisanih v vrtec. Število vpisanih otrok se od šolskega leta 2008/2009, ko je bilo v vrtece vključenih 70 % otrok, povečuje (Stat SI, 2014). V šolskem letu 2013/2014 je bilo v Sloveniji na razpolago 960 vrtcev z njihovimi enotami, kar je 22 več kot v letu 2012/2013. Od tega je bilo 895 (93 %) vrtcev javnih in 65 (7 %) zasebnih. V zadnjem obdobju so razvidne smernice naraščanja števila zasebnih vrtcev (Stat SI, 2014). V vrtece je v povprečju vpisanih več dečkov kot deklic. V Sloveniji je v vrtece vpisanih kar 94,3 % otrok, starih 5 let, in le 42,1 % otrok, starih 1 leto, kar je najmanj izmed vseh starostnih skupin. Velike občine, kot so Ljubljana, Novo mesto in Maribor, so v letu 2013/14 zagotovile prosto mesto v vrtcih svoje občine 98 % otrok od vseh, ki so bili vključeni v predšolsko vzgojo (Stat SI, 2014). Merila o uspešnosti vrtcev Evropske unije predvidevajo, da bo do leta 2020 vsaj 95 % otrok, starih več kot štiri leta, vključenih v predšolsko vzgojo (COM, 2011; Eurostat, 2011; Stat SI, 2014).

Obstoječi stavbni fond, namenjen vzgoji in izobraževanju v Sloveniji, predvidenih zmogljivosti ne omogoča, hkrati pa večinoma ne izpolnjuje zahtev za energetske učinkovitost stavb. V skladu z direktivami EU (Direktiva 2012/27/EU, 2012; EPBD-r 2010/31/EU, 2010, Uredba EU 305/2011, 2011) spadajo vrtci med gradbene objekte, ki morajo izpolnjevati tehnične zahteve za učinkovito rabo energije (PURES, Uradni list RS, št. 52/10). Pri novogradnjah in energetskih prenovah današnjih vrtcev je treba upoštevati tudi sanitarno-tehnični in higienski vidik (osnovna zahteva št. 3: Higiena, zdravje, okolje, Uredba 305/2011, 2011; Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrta, Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13). V realnosti so vrtci večkrat v stavbah, ki prvotno niso bile namenjene za vzgojno-izobraževalno dejavnost, nekatere stavbe pa so tudi že zelo dotrajane. To lahko vpliva na slabšo kakovost notranjega okolja, sindrom bolnih stavb in bolezni, povezane s stavbo (Redlich in sod., 1997). Raziskave v Sloveniji in po svetu so v vzgojno-izobraževalnih ustanovah opozorile na problem toplotnega neudobja (Fabbri, 2013; Yun in sod., 2014, Zoran in sod., 2013), svetlobnega neudobja (Nicklas in Bailey, 1997; Hathaway in sod., 1992), slabe kakovosti notranjega zraka (Kacjan Žgajnar in sod., 2013; Wargoocki in Wyon, 2013; Pirc, 2014; Butala in Novak, 1999) ter zvočnega neudobja (McAllister in sod., 2009; Kacjan Žgajnar in sod., 2009b).

Slaba kakovost notranjega okolja v vrtcih lahko negativno vpliva na udobje in zdravje uporabnikov – otrok in tudi zaposlenih. Za doseganje kakovostnega notranjega okolja in zdravih razmer za otroke in zaposlene je nujna celovita obravnava vseh parametrov, ki vplivajo na udobje uporabnika (toplotno, svetlobno, zvočno udobje; kakovost notranjega zraka). Tako doma, kot po svetu ni raziskav, ki bi

notranje udobje v vrtcih obravnavale integralno¹. Integralna obravnava udobja je nujno potrebna, saj parametri udobja medsebojno vplivajo drug na drugega in jih ne moremo ocenjevati zgolj kot izvzete iz celote. Pričujoča magistrska naloga se problematike udobja v vrtcih loteva in jo obravnava integralno (celostno).



Slika 1: Koncept integralnega udobja z izbranimi parametri preučevanja: temperatura notranjega zraka (T_{ai}), relativna vlažnost notranjega zraka (RH_{ai}), hitrost gibanja zraka (v_{ai}), srednja sevalna temperatura (T_{mr}), koncentracija CO_2 v notranjem zraku (cCO_{2i}), raven hrupa (L_{eqi}), odmevni čas (T_{Ey} , T_s , T_{M-S} , T_m), osvetljenost delovne ravnine (E_i), kontrasti (enakomernost osvetljenosti) in delež svetlobnih odprtín.

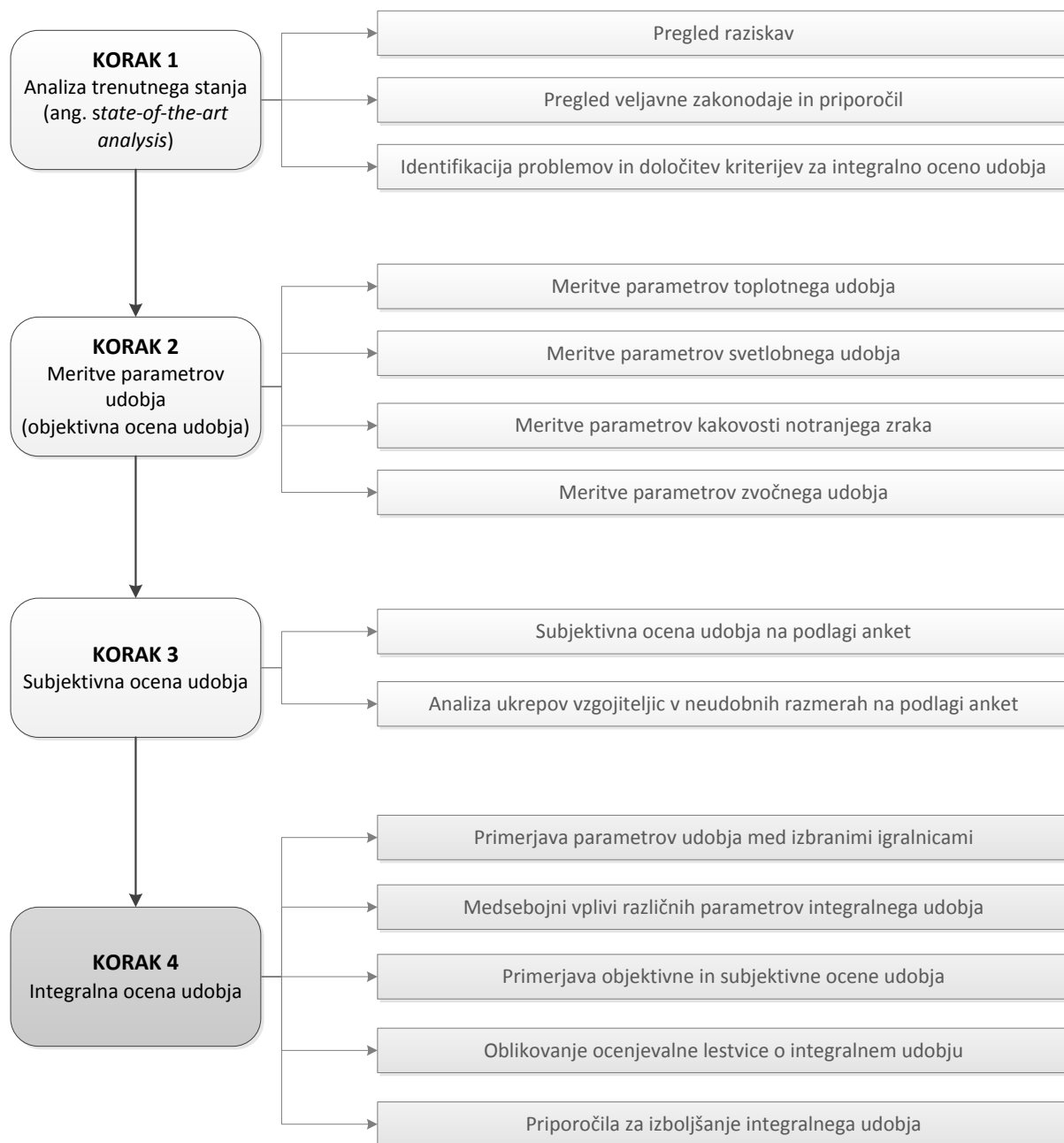
Namen tega magistrskega dela je integralno oceniti udobje v petindvajsetih igralnicah, izbranih osemnajstih vrtcev v osrednji Sloveniji. Integralna ocena udobja zajema analizo parametrov toplotnega udobja, svetlobnega udobja, kakovosti notranjega zraka in zvočnega udobja (Slika 1). Namen je ovrednotiti tudi medsebojni vpliv posameznih parametrov kakovosti notranjega okolja v vrtcih. V sklopu magistrskega dela bomo opravili tudi primerjavo t. i. pasivnega vrta² s klasično grajenim vrtcem³ ter ugotavljali, ali obstajajo razlike v kakovosti notranjega okolja med pasivno in klasično gradnjo. Ob morebitnih odkritih pomanjkljivostih kakovosti notranjega okolja je namen definirati probleme in v vzgojno-izobraževalnih ustanovah predlagati možneboljšave. Meritve izbranih parametrov v okviru magistrskega dela so potekale vzporedno z raziskovalnim projektom Mestne občine Ljubljana z imenom *Hrup v vrtcu – osveščanje otrok, vzgojiteljev in staršev* pod vodstvom mag. Katarine Kacjan Žgajnar (Mestna občina Ljubljana, 2013), končan 2013. Glede na kompleksnost

¹ Pojem je bil zasnovan v delih Dovjak (2012) in Dovjak in sod. (2014) in je v tem magistrskem delu prvič apliciran v vzgojno-izobraževalno ustanovo (vrtec). Pomeni celovito in enakovredno obravnavo vseh parametrov udobja: toplotnega, svetlobnega, zvočnega; kakovosti notranjega zraka in ergonomije.

² Pasivni vrtec je vrtec v stavbi, zgrajeni po merilih Inštituta za pasivno stavbo, ki je energetska učinkovita, udobna in cenovno dostopna (Passive House Institute, 2014). Da se stavba šteje kot pasivna, mora izpolnjevati določene zahteve. Letna potrebna energija za ogrevanje (Q_{NH}) ali hlajenje (Q_{NC}) stavbe ne sme preseči 15 kWh/m²a, primarna potrebna energija (Q_p) (ogrevanje, zagotavljanje tople vode in elektrika) ne sme preseči vrednosti 120 kWh/m²a, zrakotesnost ovoja stavbe mora biti zagotovljena z največ 0,6 menjav zraka na uro, v vseh letnih časih mora biti zagotovljeno toplotno udobje in le 10 % letnih ur lahko temperatura notranjega zraka preseže 25 °C, pri temperaturi zraka in stopnji prezračevanja mora imeti uporabnik možnost za to, da ju prilagodi, bivalni prostori pa morajo imeti možnost za odpiranje oken (Passive House Institute, 2014).

³ Klasično grajeni vrtec je vrtec v stavbi, ki je zgrajena tradicionalno – varčevanje z energijo ni njen primarni namen.

obravnavega področja smo magistrsko delo izvedli v korakih 1–4 (podrobnejši prikaz korakov je predstavljen na Sliki 2).



Slika 2: Prikaz opravljenih korakov.

V koraku 1 smo analizirali trenutno stanje (ang. *state-of-the-art analysis*). Trenutno stanje smo analizirali s pomočjo obširnega pregleda raziskav (ang. *comprehensive literature review*), ki zajema pregledane raziskave o kakovosti notranjega okolja v vrtcih, zakonske zahteve in priporočila. Na podlagi analize trenutnega stanja smo identificirali probleme in določili kriterije za integralno oceno udobja. *In-situ* meritve parametrov toplotnega udobja, svetlobnega udobja, kakovosti zraka in zvočnega udobja so bile narejene v koraku 2 (objektivna ocena udobja). Poleg objektivne ocene parametrov udobja smo s pomočjo validiranega anketnega vprašalnika (Buratti in Ricciardi, 2009)

naredili tudi subjektivno oceno udobja (korak 3). V okviru koraka 4 – integralne ocene udobja – smo med seboj primerjali izmerjene parametre posameznega področja udobja v izbranih igralnicah, ovrednotili možno povezavo med različnimi parametri udobja, primerjali rezultate objektivne in subjektivne ocene udobja v vrtcih ter predstavili in opozorili na ključne ugotovitve. Glede na opravljene korake smo oblikovali ocenjevalno lestvico o integralnem udobju (ang. *integral comfort scale*) in predlagali možne izboljšave za doseganje udobnih in zdravih bivalnih razmer v vrtcih.

Cilji magistrskega dela so:

1. V okviru analize trenutnega stanja (ang. *state-of-the-art analysis*) pregledati raziskave, veljavno zakonodajo in priporočila glede vzgojno-izobraževalnih ustanov, s poudarkom na vrtcih. Na podlagi pregleda prepoznati probleme in določiti kriterije za integralno oceno udobja igralnic.
2. Objektivno oceniti udobje v igralnicah, kar zajema analizo meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja (temperature notranjega zraka (T_{ai}), relativne vlažnosti notranjega zraka, (RH_{ai}), hitrosti gibanja zraka (v_{ai}), srednje sevalne temperature (T_{mr}), svetlobnega udobja (osvetljenosti (E_i), kontrastov/enakomernosti, deleža svetlobnih odprtín), kakovosti notranjega zraka (koncentracije CO_2 (cCO_{2i})) in zvočnega udobja (ravni hrupa (L_{eqi}), odmevnega časa (T_{E_y} , T_S , T_{M-S})).
3. Opraviti subjektivno oceno udobja s pomočjo rezultatov anketiranja vzgojiteljic, vzgojiteljev (v nadaljevanju vzgojiteljic) in njihovih pomočnic, pomočnikov (v nadaljevanju pomočnic) ter na podlagi rezultatov analizirati njihovo ukrepanje, če so razmere neudobne.
4. Ovrednotiti medsebojni vpliv posameznih parametrov kakovosti notranjega okolja v vrtcih (medsebojni vpliv znotraj iste skupine parametrov ali med različnimi skupinami). Primerjati rezultate subjektivne in objektivne ocene. Glede na ugotovitve oblikovati ocenjevalno lestvico o integralnem udobju (ang. *integral comfort scale*) v notranjem okolju in predlagati izboljšave pri uporabi in nadzoru parametrov notranjega okolja.

Predpostavljamo, da je zakonodaja Republike Slovenije o vzgojno-izobraževalnih ustanovah nepopolna. Še posebej je pomanjkljiva na področju osvetljevanja prostorov z dnevno svetlobo. Predvidevamo, da ni bilo narejenih veliko raziskav, ki bi v igralnicah vrtcev celovito obravnavale kakovost notranjega okolja, obstajajo le delne analize udobja, večinoma toplotnega in kakovosti notranjega zraka. Predpostavljamo, da bodo v nekaterih igralnicah parametri udobja odstopali od priporočenih vrednosti oz. ne bodo izpolnjevali minimalnih zahtev. Predvidevamo, da bodo v vrtcih ugotovitve o toplotnem udobju, svetlobnem udobju, kakovosti notranjega zraka in o zvočnem udobju različne. Predpostavljamo, da je medsebojni vpliv različnih parametrov udobja težko določiti. Predvidevamo, da se bodo rezultati objektivnih ocen razlikovali od rezultatov subjektivnih ocen. Predpostavljamo, da se tako objektivne, kot tudi subjektivne ocene udobja igralnic v pasivnih vrtcih razlikujejo od ocen udobja igralnic v klasičnih vrtcih.

2 ANALIZA TRENUTNEGA STANJA

2.1 Metodologija pregleda raziskav, zakonodaje in priporočil

Analiza trenutnega stanja o kakovosti notranjega okolja v vrtcih je bila narejena v koraku 1. Sestavljena je iz pregleda zakonodajnih zahtev in priporočil ter pregleda raziskav o kakovosti notranjega okolja v vrtcih.

Opravili smo obširen pregled literature (ang. *comprehensive literature review*) glede kakovosti notranjega okolja (udobja) v vzgojno-izobraževalnih ustanovah. Pri iskanju ustrezne literature smo uporabili iskalne bibliografske in faktografske baze podatkov, kot so Science direct, Cobiss, Dimdi, Eric, Biosis, The Internet Public Library. Relevantne vire literature smo iskali tudi na drugih spletnih naslovih, kot so Eurostat, Statistični urad RS (SURS), Uradni list EU, Uradni list RS, Register predpisov, Ministrstvo za zdravje RS, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor RS, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana (ZZV LJ), Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ). Iskalni niz besed je bil izdelan v angleščini: »*children daycare centers OR kindergartens AND (thermal comfort OR natural daylighting OR air quality OR noise) AND health*« ter v slovenščini: »*vrtci IN (toplotno udobje ALI kakovost zraka ALI dnevna svetloba ALI hrup) IN zdravje*«. V pregledu smo zajeli relevantno literaturo, objavljeno med letoma 1977 in 2014.

2.2 Kritična ocena pregleda raziskav

S pomočjo obširnega pregleda literature smo preučili dosedanje raziskave o udobju v vrtcih. Zanimale so nas raziskave o toplotnem, svetlobnem udobju, kakovosti notranjega zraka in zvočnem udobju. Želeli smo ugotoviti, ali so bile že narejene raziskave, ki bi vsebovale analizo vseh omenjenih parametrov hkrati. Zanimal nas je vpliv neugodnih bivalnih razmer v vzgojno-izobraževalnih ustanovah na zdravje in počutje uporabnikov ter na razvoj otrok. Preglednica 1 prikazuje povzetek pregleda izbranih raziskav, ki zajema zastopanost vseh štirih področij udobja (toplotno, svetlobno, kakovost notranjega zraka, zvočno udobje), ter hkratne obravnave več področij. Predstavljeni so: lokacija obravnavanih stavb, preučevano področje, populacija ter preučevan parameter. Na desni strani preglednice je prikazano tudi skupno število analiziranih raziskav o določenem področju.

Preglednica 1: Povzetek pregleda izbranih raziskav.

Področje udobja	Avtor	Lokacija	Preučevano področje	Preučevana populacija	Preučevan parameter	Skupno št. analiziranih raziskav o določenem področju
Toplotno udobje	Fabbi (2013)	Italija, Reggio Emilia, N = 1 vrtec	Toplotno udobje (PMV, PPD) v vrtcu v Italiji	Igralnice s 4–5 let starimi otroki	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , temperatura vlažnega termometra, PMV, PPD	4
	Hwang in sod. (2009)	Tajvan, N = 14 šol	Toplotno udobje šol v centralnem Tajvanu (TSV)	Otroci stari 12–17 let	TSV	
	Mors in sod. (2011)	Nizozemska, Eindhoven, N = 3 šole	Toplotno udobje šol na Nizozemskem (PMV, TSV)	Učilnice z 9–11 let starimi otroki	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , PMV, TSV	
	Yun in sod. (2014)	Južna Koreja, Seul, N = 10 vrtcev	Toplotno udobje (PMV) otrok v seuleskih vrtcih	Igralnice z naravnim prezračevanjem s 4–6 let starimi otroki	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , PMV	
Svetlobno udobje	Hathaway in sod. (1992)	Kanada, šole	Vpliv umetne in dnevne svetlobe na otroke v šolah	Otroci v učilnicah z umetno in učilnicah z dnevno svetlobo	Analiza uspešnosti in zdravja učencev glede na naravno oz. umetno osvetljenje	3
	Heschong Mahone Group (1999)	ZDA, Kalifornija, N = 3 šole	Vpliv dnevne svetlobe na otroke v šolah	Otroci v učilnicah z veliko in malo dnevne svetlobe	Analiza uspešnosti učencev glede na količino naravne osvetljenosti	
	Nicklas in Bailey (1997)	ZDA, Severna Karolina, N = 5 šol	Dnevna osvetljenost v šolah in vplivi na uspeh	Otroci v učilnicah z veliko in malo dnevne svetlobe	Analiza uspešnosti učencev glede na naravno oz. umetno osvetljenje	

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 1

Kakovost notranjega zraka	Araújo-Martins in sod. (2014)	Portugalska, Lizbona in Oporto, N = 45 vrtcev	Kakovost notranjega zraka v povezavi z zdravjem	Igralnice z otroki, starimi 3 mesece do 6 let	cCO_{2i} , biološki, kemični onesnaževalci , T_{ai} , RH_{ai}
	Cars in sod. (1992)	Švedska, Teleborg (Växjö), N = 7 vrtcev	Infekcijska obolenja in kakovost zraka v švedskih vrtcih	Igralnice v vrtcih in igralnice v adaptiranih stanovanjih	cCO_{2i} , odsnost zaradi infekcijske bolezni
	Daneault in sod. (1992)	Kanada, Montreal, N = 91 vrtcev	Kakovost notranjega zraka v montrealških vrtcih	Naključno izbrane igralnice	cCO_{2i} , T_{ai} , RH_{ai}
	Gładyszewska-Fiedoruk (2013)	Poljska, Białystok, N = 3 vrtci	Povezava med kakovostjo zraka in RH_{ai} v poljskih vrtcih	Igralnice z otroki, starimi 3–6 let	cCO_{2i} , T_{ai} , RH_{ai}
	Pirc (2014)	Slovenija, Grosuplje, N = 2 vrtca	Kakovost notranjega zraka v dveh slovenskih vrtcih	Igralnici s 3–6 let starimi otroki	cCO_{2i} , T_{ai} , RH_{ai}
	Roda in sod. (2011)	Francija, Pariz, N = 28 vrtcev	Kakovost notranjega zraka v pariških vrtcih	Igralnice z otroki v jaslih	cCO_{2i} , biološki, kemični onesnaževalci , T_{ai} , RH_{ai}
	Ruotsalainen in Jaakkola (1993)	Finska, Espoo, N = 30 vrtcev	Kakovost notranjega zraka vrtcev na Finskem	Stare in nove igralnice	cCO_{2i} , stopnja prezračevanja, kemični onesnaževalci, vonjave , T_{ai} , RH_{ai}
	St-Jean in sod. (2012)	Kanada, Montreal, N = 21 vrtcev	Kakovost notranjega zraka v montrealških vrtcih	Igralnice velikosti za 40 ali več otrok	cCO_{2i} , kemični onesnaževalci , T_{ai} , RH_{ai}
	Stankeviča in Lešinskis (2012)	Latvija, Riga, N = 6 vrtcev	Kakovost notranjega zraka vrtcev v Rigi	Igralnice v starih, novih in prenovljenih vrtcih	cCO_{2i} , T_{ai} , RH_{ai}
	Wargocki in Wyon (2013)	Danska, N = 100 šol	Kakovost notranjega zraka in uspešnost učencev	Naključno izbrane učilnice	cCO_{2i} , T_{ai} , uspešnost učencev
	Zuraimi in sod. (2008)	Singapur, N = 104 vrtcev	Kakovost zraka igralnic v tropskem pasu	Naključno izbrane igralnice	cCO_{2i} , cCO_{1i} , T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , biološki onesnaževalci

11

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 1

Zvočno udobje	Chatzakis in sod. (2014)	Grčija, Kreta, Heraklion, N = 10 vrtcev	Raven hrupa v igralnicah na Kreti	18 igralnic v vrtcih	L_{eqi} , vpliv hrupa na zdravje	6
	Kacjan Žgajnar in sod. (2009a)	Slovenija, Ljubljana, N = 3 vrtci	Raven hrupa na delovnem mestu v igralnicah v Ljubljani	Vzgojiteljice v vrtcih z otroki, starimi 3–6 let	L_{eqi} , vpliv hrupa na zdravje vzgojiteljic	
	Kacjan Žgajnar in sod. (2009b)	Slovenija, Ljubljana, N = 3 vrtci	Raven hrupa v igralnicah v Ljubljani	Igralnice z otroki, starimi 3–6 let	L_{eqi} , vpliv hrupa na zdravje	
	McAllister in sod. (2009)	Švedska, Linköping, N = 3 vrtci	Raven hrupa v igralnicah na Švedskem	10 otrok, brez zgodovine o težavah s sluhom	L_{eqi} , vpliv hrupa na zdravje	
	Sjodin in sod. (2012)	Švedska, Umeå, N = 17 vrtcev	Vpliv hrupa na zaposlene v vrtcih	Vzgojiteljice v vrtcih	Vpliv hrupa na zdravje	
	Voss (2005)	Danska, N = 176 vrtcev	Raven hrupa in odmevni čas igralnic na Danskem	Otroci, stari 0,5–6 let	L_{eqi} , odmevni čas	
Hkratna obravnava več področij	Cano in sod. (2012)	Portugalska, Lizbona, N = 19 vrtcev (125 igralnic)	Kakovost notranjega zraka in toplotno udobje portugalskih vrtcev	Igralnice z otroki, starimi 3 mesece–6 let	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , cCO_{2i} , cCO_{2i} , kemični, biološki onesnaževalci	3
	Šabec (2013)	Slovenija, Grosuplje, N = 2 vrtca	Toplotno in svetlobno udobje v dveh slovenskih vrtcih	Igralnice s 3–4 leta starimi otroki	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , PMV , TSV , E_i	
	Teli in sod. (2012)	Anglija, Hampshire, N = 1 šola	Toplotno udobje in kakovost zraka v šolskih učilnicah v Angliji	Učilnice z otroki, starimi 7–11 let	T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} , T_{mr} , PMV , PPD , TSV , cCO_{2i}	

V Preglednici 1 je predstavljenih 27 raziskav o udobju v vrtcih ali v drugih izobraževalnih ustanovah za otroke (šolah). Najbolj zastopano je področje kakovosti notranjega zraka, ki obsega 11 raziskav (40,8 %). Sledita zvočno udobje s 6 raziskavami (22,2 %) in toplotno udobje s 4 (14,8 %). Najmanj zastopani sta področji svetlobnega udobja oz. obravnave več področij hkrati s po 3 raziskavami (11,1 %). Če izločimo raziskave, ki so bile narejene v šolah, ugotovimo, da se je 20 (74,1 %) raziskav ukvarjalo s problematiko udobja v vrtcih. V okviru izbrane pregledane literature so bile 4 raziskave (14,8 %) narejene v Sloveniji. Med pregledom literature nismo našli na raziskavo, ki bi vsa omenjena področja udobja v vrtcih obravnavala hkrati. Iz rezultatov pregleda raziskav lahko

sklepamo, da področja udobja v vrtcih niso obravnavana enakovredno, saj so nekatera področja kljub ugotovljenim pomanjkljivostim zastopana redkeje od drugih.

Toplotno udobje: Slabe toplotne razmere v prostoru negativno vplivajo na otrokovo zdravje, počutje in sposobnost učenja (EPA, 2003). Z vidika produktivnosti je temperatura zraka v notranjem okolju pogosto previsoka od zahtevanih in/ali priporočenih vrednosti. Raziskava Danske tehnične univerze (2009) je pokazala, da so za umski napor najprimernejše temperature zraka med 20 in 23 °C. Raziskava Wargocki in Wyon (2013) je pokazala, da znižanje temperature zraka za 1 °C v mejah od 25 do 20 °C izboljša odzivnost šolarjev za 2–4 %. Raziskava Teli in sod. (2012) je opozorila, da so otroci bolj občutljivi na visoke temperature zraka kot odrasli ljudje. Podobno je analizirala raziskava Yun in sod. (2014) in ugotovila, da so otroci na spremembe toplotnega okolja bolj občutljivi kot odrasli, na kar vpliva njihov metabolizem. Udobneje se počutijo pri nižjih temperaturah zraka od priporočenih vrednosti po EN 15251:2007 in toplotno udobje zaznavajo kot nevtralnno pri temperaturah zraka za 3 °C nižjih kot odrasli ljudje (Yun in sod., 2014). Hkrati se znižanje temperature zraka v ogrevalnem obdobju za 2 °C odraža v 14 % zmanjšanju potrebne toplote za ogrevanje prostora (Paić, str. 32, 2002), kar pomeni manjše stroške za energijo. V raziskavi Araújo-Martins in sod. (2014) so v portugalskih vrtcih izmerili nekoliko nižje temperature zraka, saj so v vrtcih s slabim prezračevanjem izmerili $T_{ai,avg} = 18,7 \pm 2,2$ °C, v vrtcih z dobrim prezračevanjem pa $20,1 \pm 1,8$ °C. V Latviji sta Stankeviča in Lešinskis (2012) v igralnicah izmerila temperature zraka v obsegu $22,5 \pm 1,1$ °C, povsod pa so bile temperature nad 18 °C, kar je minimalna T_{ai} glede na latvijsko zakonodajo. V kanadskih vrtcih so ustrezne temperature zraka, glede na lokalno zakonodajo, izmerili v 92 % igralnic (Deneault in sod., 1992). Yun in sod. (2014) so v južnokorejskih vrtcih izmerili razpon temperatur zraka od 22,0 do 28,7 °C, s povprečno temperaturo 24,4 °C. Srednja sevalna temperatura se je gibala med 22,5 in 29,6 °C, s povprečno temperaturo 25,4 °C. Avtorji povzemajo, da bi v splošnem boljši nadzor nad temperaturo zraka lahko vplival na znižanje stroškov energije za ogrevanje.

Deneault in sod. (1992) so v kanadskih vrtcih ugotovili, da je bila v 83 % igralnic RH_{ai} ustrezna glede na lokalno zakonodajo. Podobno so v nizozemskih šolah odkrili Mors in sod. (2011), kjer je bila RH_{ai} v večini primerov nizka, vendar znotraj meja udobja. Roda in sod. (2011) so v Franciji v več kot tri četrtine igralnic izmerili RH_{ai} med 40 in 60 %. Povprečna RH_{ai} v portugalskih vrtcih s slabim prezračevanjem je bila $57,4 \pm 5,0$ %, v vrtcih, kjer je bilo prezračevanje učinkovito pa $45,6 \pm 5,9$ % (Araújo-Martins in sod., 2014). Na vlažnost notranjega zraka vpliva dejavnost uporabnikov, njihove bivalne navade ter intenziteta prezračevanja prostorov. Posledica slabega nadzora nad vlažnostjo zraka v bivalnih prostorih so ugodni pogoji za rast in razvoj plesni, ki imajo na zdravje uporabnikov dokazano negativen vpliv (Redd, 2012; WHO, 2007; Pajek in sod., 2013).

Izmerjene v_{ai} v igralnicah, obravnavanih v raziskavi Mors in sod. (2011), so bile zelo nizke. Povprečna v_{ai} v zimskih mesecih je bila 0,05 m/s, v poletnih pa kljub odprtim oknom le 0,08 m/s. Yun in sod. (2014) so izmerili okvirno hitrost gibanja zraka v igralnicah brez klimatskih sistemov med 0,06 in 0,13 m/s ($v_{ai,avg} = 0,085$ m/s).

Srednja sevalna temperatura je pri ugotavljanju toplotnega udobja zelo pomembna in pogosto zanemarjena. Meritve površinske temperature oboda prostora so pomembne zaradi odkrivanja možnih toplotnih mostov, ki so večkrat vzrok za nizke temperature površin in posledično razvoj plesni na konstrukcijskih sklopih (Pajek in sod., 2013). Ogrevanje prostorov s površinskimi ogrevali (talno

gretje, stensko gretje, grelni paneli ipd.) je s stališča počutja in s stališča rabe energije učinkovitejše (Paić, 2002).

Humphreys (1977) je preučeval toplotno udobje otrok, starih 7–9 let, in ugotavljal vpliv T_{ai} in aktivnosti na toplotno zaznavo. Ugotovil je, da so otroci manj občutljivi na temperaturne spremembe, hkrati pa so bolj dejavni kot odrasli ljudje. Teli in sod. (2012) so odkrili, da so otroci, stari 7–11 let, bolj občutljivi na visoke temperature kot odrasli ljudje. Podobno je odkril Mors in sod. (2011) pri otrocih, starih 9–11 let na Nizozemskem, ko je dokazal, da si otroci želijo nižjih temperatur, kot so predvidene v modelu PMV. Po standardu ISO 7730:2005(E) je toplotno udobje razdeljeno na štiri razrede: A, B, C in D. Razred A velja za vrednosti PMV indeksa 0 ± 0.2 , razred B za $PMV 0 \pm 0.5$, razred C za 0 ± 0.7 in razred D za vse druge vrednosti.

Svetlobno udobje: Kot je razvidno iz Preglednice 1, je svetlobno udobje v vzgojno-izobraževalnih ustanovah slabše raziskano. Raziskave so pokazale, da pomanjkanje dnevne svetlobe negativno vpliva na zdravje in počutje ljudi. Nicklas in Bailey (1997) sta ugotovila, da izpostavljenost učencev dnevni svetlobi izboljša bralne in matematične sposobnosti za 10–30 %. Otroci in zaposleni, ki so izpostavljeni dnevni svetlobi, pa so v primerjavi z neizpostavljeno skupino manjkrat odsotni zaradi bolezni. Izpostavljenost dnevni svetlobi uravnava cirkadiani ritem, poveša raven vitamina D, spodbuja rast, izboljša mentalne sposobnosti, preprečuje utrujenost, povečuje koncentracijo, zmanjšuje verjetnost za nastanek kariesa in manjša stroške izobraževanja (Heschong Mahone Group, 1999; Hathaway in sod., 1992). Zunanje okolje spodbudno vpliva na človeško telo in duha. Dnevna svetloba nam zagotavlja kakovostno osvetljenje, spodbuja vid in je pomembna povezava med zunanjim in notranjim okoljem (Krainer in sod., 2008).

Enakomernost notranje osvetljenosti (E_i) se določi z razmerjem med $E_{i,min}$ in $E_{i,pov}$ v prostoru, ki je navadno 0,2–0,4. Za primerno enakomernost osvetljenosti v učilnici je treba doseči 0,25–0,30 (Zumtobel Lighting, 2014). Dobro je, da je razmerje med $E_{i,min}$ in $E_{i,max}$ manjše od 1:10 (Kristl, 2014). Šabec (2013) je v okviru meritev osvetljenosti v klasično zgrajenem vrtcu izmeril povprečno osvetljenost delavne ravnine vse meritvene dni višjo od priporočene naravne osvetljenosti izobraževalnih ustanov 300 lx (BS 8206-2:2008). Osvetljenost vsaj 300 lx v montažnem vrtcu pa ni bila dosežena le na oblačen dan s padavinami.

Kakovost notranjega zraka: Eden od prvih pokazateljev slabega prezračevanja in posledično slabe kakovosti zraka je kopičenje CO_2 , ki ga proizvaja človekovo dihanje. Otrok, sorazmerno s svojo težo, nadiha večjo prostornino zraka kot odrasel človek. Zaradi omenjenega dejstva slaba kakovost zraka na otroke še bolj vpliva. Poleg tega je v vrtcih v igralnicah večja koncentracija uporabnikov kot npr. v pisarnah in se zato onesnaževalci notranjega zraka kopičijo bistveno hitreje (Pardee, 2011). Hagerhed-Engman in sod. (2006) ter Haby in sod. (2000) poročajo o večjem tveganju za obolenje z astmo in alergijami otrok v vrtcih v primerjavi z otroki, ki vrtca ne obiskujejo. Nasprotno lahko podvojitev dotoka svežega zraka v prostor poveča odzivnost šolskih otrok za opravljanje nalog za 8–14 % (Wargocki in Wyon, 2013). Raven CO_2 je pomemben faktor, saj je ob izpostavljanju večjim koncentracijam, povezana z različnimi simptomi, kot so nahod, draženje oči, suha sluznica, glavobol, suha koža in letargija (bolezenska zaspanost) (Finnegan in sod., 1984; Rajhans, 1985; Samet in sod., 1987). Visoke koncentracije CO_2 lahko negativno vplivajo na zdravje uporabnikov grajenega okolja,

hkrati pa nižajo storilnost zaposlenih in otrok. Z različnimi koncentracijami CO₂ so povezane naslednje težave z zdravjem (Wisconsin department of health services, 2014):

- 250–350 ppm – običajna koncentracija CO₂ v zunanjem zraku;
- 350–1,000 ppm – običajna koncentracija CO₂ v prostorih z učinkovitim prezračevanjem;
- 1,000–2,000 ppm – koncentracija CO₂, povezana s pritožbami o zaspanosti in slabi kakovosti zraka;
- 2,000–5,000 ppm – koncentracija CO₂ povezana z iztrošenim, zatohlim zrakom. Lahko povzroča glavobole, zaspanost, slabo zbranost, izgubo pozornosti, pospešen srčni utrip in rahlo slabost;
- > 5,000 ppm – tako visoka koncentracija CO₂ je pokazatelj slabega, neučinkovitega prezračevanja in neobičajnih razmer, v katerih bi bile lahko prisotne tudi visoke vrednosti drugih škodljivih onesnaževalcev. Lahko pride do zastrupitev ali pomanjkanja kisika;
- > 40,000 ppm – nevarna koncentracija CO₂ zaradi pomanjkanja kisika.

Večina raziskav o kakovosti notranjega zraka v vrtcih je bilo narejenih v skandinavskih državah. Izmerjene so bile naslednje povprečne koncentracije CO₂ (cCO_{2i}): Finska 810 ppm (Ruotsalainen in Jaakkola, 1993), Danska 1400 ppm (Pejtersen in sod., 1991) in 640 ppm na Švedskem (Cars in sod., 1992). Araújo-Martins in sod. (2014) so v portugalskih vrtcih s slabim prezračevanjem izmerili povprečne koncentracije CO₂ velikosti 2137 ± 368 ppm, v vrtcih z učinkovitim prezračevanjem pa nižje, 1233 ± 170 ppm. V 85 % vrtcev, ki jih je obravnavala raziskava St-Jean in sod. (2012) je koncentracija CO₂ presegla vrednost 1000 ppm, najvišja izmerjena vrednost pa je bila 2252 ppm. Podobno sta odkrila Stankeviča in Lešinskis (2012), kjer je koncentracija CO₂ v igralnicah vrtcev presegla vrednost 1000 ppm v 75 % primerov, vendar je bila najvišja izmerjena vrednost le 1356 ppm. Raziskava Cano in sod. (2012) je izmerila koncentracije CO₂ višje od 1000 ppm v 50 % igralnic. Tudi raziskava Daneault in sod. (1992) je pokazala podobno, saj je v 90 % obravnavanih igralnic cCO_{2i} presegla vrednost 1000 ppm. V Sloveniji je raziskava Butala in Novak (1999) pokazala, da je bila v šolah, ki so bile največje porabnice energije, tudi kakovost notranjega zraka slaba, s koncentracijami CO₂ nad 4000 ppm. Visoke koncentracije so bile kljub slabemu tesnjenju oken izmerjene kmalu po začetku pouka. Pirc (2014) je ugotovil, da je v dveh različnih vrtcih v Sloveniji (klasično grajeni in montažni vrtec) kakovost zraka slaba in neprimerna. Najvišja izmerjena vrednost v času meritev je bila $cCO_{2i,max} = 3550$ ppm (Pirc, 2014).

V okviru raziskave Gładyszewska-Fiedoruk (2013) so zaradi slabše stopnje prezračevanja v popoldanskem času v vrtcu izmerili tudi do 4-krat višje koncentracije CO₂ kot v dopoldanskem času. Cano in sod. (2012) so opozorili, da vzgojiteljice ne odpirajo oken zaradi nizkih zunanjih temperatur zraka. Borodinecs in Budjko (2009) sta preučevala kakovost notranjega zraka latvijskih vrtcev in izmerila maksimalne koncentracije CO₂ do 1700 ppm v igralnicah s PVC okni in do 1450 ppm v igralnicah z lesenimi okni. PVC (polivinilklorid) je vir emisij ftalatov, ki lahko negativno vplivajo na zdravje (Dovjak in Kristl, 2011), zato so leseni okvirji oken bolj priporočljivi. Poleg omenjenega je visoka koncentracija CO₂ lahko tudi pokazatelj prisotnosti preostalih onesnaževalcev, kot so ogljikov monoksid in formaldehid (ASHRAE, 1986). Slednji lahko negativno vpliva na zdravje dihal (Šestan in sod., 2013). Prisotnost večine kemičnih in bioloških onesnaževalcev lahko škoduje dihalom, zlasti pri otrocih, ki so zaradi rasti, razvijajočih organov in nedovršenega imunskega sistema na onesnaževalce

še bolj občutljivi (Salvi, 2007). Zaradi tesnjenja gradbene konstrukcije in nizke stopnje prezračevanja so koncentracije škodljivih snovi v notranjem okolju višje, zlasti pozimi (Missia in sod., 2010).

Zvočno udobje: Čezmerne ravni hrupa v vrtcih pomenijo tveganje za zdravje otrok in zaposlenih, kar so obravnavale številne raziskave (Chatzakis in sod., 2014; Kacjan Žgajnar in sod., 2009a; Kacjan Žgajnar in sod., 2009b; McAllister in sod., 2009; Sjödin in sod., 2012). Rezultati raziskave Kacjan Žgajnar in sod. (2009a) so pokazali, da so vzgojiteljice in otroci izpostavljeni previsokim ravnam hrupa. Izmerjene ekvivalentne ravni hrupa v slovenskih vrtcih so se gibale med 46,3 dB(A) v času počitka, do 80,3 dB(A) med igro. Tudi raziskava Kacjan Žgajnar in sod. (2009b) je izmerila visoke ravni hrupa. Ocenjena raven hrupa z impulzno korekcijo se je gibala od 79,0 dB(A) do 87,2 dB(A). Povprečna vrednost ravni hrupa v vrtcih, obravnavanih v okviru raziskave McAllister in sod. (2009), je bila 82,6 dB(A). Najvišja vrednost ravni hrupa je bila izmerjena v času kosila, s povprečno vrednostjo štirih meritev 85,4 dB(A). Povprečna raven hrupa v vseh igralnicah, ki jih je analiziral Voss (2005), se je gibala okrog 80 dB.

Raziskava Kacjan Žgajnar in sod. (2009b) navaja zdravstvene težave, ki se lahko pojavijo ob izpostavljenosti različnim ravnam hrupa:

- pri ravneh od 40 dB(A) do 65 dB (A) lahko pride do psihofizičnih motenj, oseba postane utrujena, razdražljiva, počuti se nelagodno, slabša se spanec;
- pri ravneh od 65 dB(A) do 90 dB(A) lahko poleg navedenih motenj pride do neskladnega delovanja posameznih organskih sistemov, povečata se celična presnova in poraba kisika;
- pri ravneh od 90 dB(A) do 110dB (A) se poleg do zdaj navedenih motenj pojavijo začasna ali trajna okvara sluha, naglušnost ali popolna gluhost;
- pri ravneh od 110 dB(A) do 130 dB(A) pride do direktnega delovanja na ganglijske celice. Po krajšem času povzroča nelagodnost in bolečine, neznosno zvonjenje, izgubo sluha in številne druge težave;
- pri ravneh nad 130 dB (A) do okvar sluha (in drugih težav) pride v trenutku.

Raziskava Voss (2005), ki je analizirala odmevni čas v danskih vrtcih, je ugotovila, da je v 90 % igralnic odmevni čas ustrezen glede na dansko zakonodajo. Povprečen izmerjen odmevni čas v igralnicah z jaslmi je bil 0,45 s, v preostalih igralnicah 0,41 s in v prostorih za t. i. popoldansko bivanje 0,46 s.

2.3 Kritična ocena veljavne zakonodaje in priporočil

Uredba EU 305/2011 (2011) določa, da morajo biti gradbeni objekti načrtovani in zgrajeni tako, da ne ogrožajo varnosti ljudi, domačih živali ali imetja ter ne škodujejo okolju. Osnovna zahteva Uredbe 3: Higiena, zdravje in okolje pa zahteva, da morajo biti gradbeni objekti načrtovani in grajeni tako, da v celotnem življenjskem ciklu ne bodo ogrožali higiene ali zdravja in varnosti delavcev, oseb v objektu ali sosedov ali povzročali čezmernih posledic za kakovost okolja ali podnebje v njihovem celotnem življenjskem ciklu.

Zahteve Uredbe EU 305/2011 (2011) so neposredno prenesene na raven nacionalne zakonodaje, v kateri sta krovna pravna akta Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) ter Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13). Zakonske zahteve na državni ravni in

priporočila so podana v Preglednici 2. Preglednica prikazuje zakonske zahteve RS za posamezne parametre vseh štirih področij udobja (toplotno, svetlobno udobje, kakovost notranjega zraka, zvočno udobje). Na desnem delu preglednice pa so za štiri področja udobja predstavljeni priporočila, smernice, navodila in standardi ter priporočene vrednosti parametrov.

Preglednica 2: Zakonske zahteve in priporočila za zagotavljanje udobja v vrtcih.

Področje udobja	Zakonski in podzakonski akti	Zakonske zahteve	Priporočila, smernice, navodila, standardi	Priporočene vrednosti
Toplotno udobje	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)	PPD < 15 % PMV v mejah $-0,7 < PMV < +0,7$	EN 15251:2007	PPD < 10 % PMV v mejah $-0,5 < PMV < +0,5$
		Čas brez ogrevanja: $22\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 26\text{ °C}$, priporočljivo 23 °C do 25 °C ; Čas ogrevanja: $19\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 24\text{ °C}$, priporočljivo 20 °C do 22 °C .		Čas hlajenja: $21,5\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 25,5\text{ °C}$, Čas ogrevanja: $17,5\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 22,5\text{ °C}$
		Pri $20\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 26\text{ °C}$ je območje dopustne RH_{ai} med 30 % in 70 %. Priporočena $RH_{ai} < 60\%$		$25\% \leq RH_{ai} \leq 60\%$
		Priporočena srednja v_{ai} v času ogrevanja in hlajenja je 0,15 m/s, v preostalem času 0,2 m/s. Dopustna srednja v_{ai} za otroški vrtec v času ogrevanja je 0,19 m/s, v času hlajenja je 0,24 m/s.	CEN CR 1752:1998	Dopustna srednja v_{ai} za otroški vrtec v času ogrevanja je 0,16 m/s, v času hlajenja je 0,20 m/s.
		Optimalna T_o za otroški vrtec v času ogrevanja je $20,0 \pm 3,5\text{ °C}$, v času hlajenja je $23,5 \pm 2,5\text{ °C}$.		T_o za čas hlajenja: $T_o = 23,5\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$, Čas ogrevanja: $T_o = 20,0\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$
		Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C , za toplo steno < 35 °C , za hladen strop < 18 °C , za topel strop < 7 °C .		Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 10 °C , za toplo steno < 23 °C , za hladen strop < 14 °C , za topel strop < 5 °C .
	Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer: $T_{ai} = 20\text{ °C}$ v prostorih za otroke, $T_{ai} = 23\text{ °C}$ v prostorih za nego otrok do 3 let.	ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2004		$23\text{ °C} \leq T_{ai} \leq 26\text{ °C}$
	$40\% \leq RH_{ai} \leq 60\%$		$30\% \leq RH_{ai} \leq 60\%$	
	$v_{ai} < 0,2\text{ m/s}$			

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 2

Svetlobno udobje	Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13)	Vsi prostori, namenjeni vzgojni dejavnosti otrok, ter prostori, v katerih opravljajo svoje delo zaposleni vrtca, morajo biti osvetljeni z neposredno naravno osvetlitvijo.	BS 8206-2:2008	Zagotovljen mora biti vidni stik z okolico, ne glede na kakovost razgleda.
		Neposredna naravna osvetljenost je dosežena, če skupna površina obdelanih zidarskih odprtin (pri tem se upošteva samo tisti del odprtine, ki je več kakor 50 cm nad gotovim podom), namenjenih osvetlitvi, dosega najmanj 20 odstotkov neto tlorisne površine prostora.		Priporočena naravna osvetljenost izobraževalnih ustanov naj bo vsaj 300 lx.
		Globina prostora naj ne bo večja od dveh in pol višin od tal do zgornjega roba okna ali pa mora biti prostor osvetljen z dveh strani.		Minimalna osvetlitev ne sme pasti pod 0,8 povprečne osvetlitve.
		Izogibati se je potrebno površinam, ki povzročajo bleščanje.	LEED NC:2009	Na 75 % površine, na katerih se zadržujemo večji del dneva, je treba zagotoviti minimalno raven osvetljenosti z naravno svetlobo 270 lx.
		Umetna osvetlitev igralnic mora biti enakomerna in razpršena. V igralnicah ≥ 300 lx		EN 15251:2007
Kakovost notranjega zraka	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)	Dopustna vrednost $cCO_{2i} = 3000$ mg/m ³ (= 1667 ppm).	EN 15251:2007	$cCO_{2i} \leq cCO_{2o} + 500$ ppm
			ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004	$cCO_{2i} \leq 2500$ ppm, priporočena vrednost je 1000 ppm

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice 2

Zvočno udobje	Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 - popr. in 43/11 - ZVZD-1)	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, manj zahtevna fizična dela, ki zahtevajo zbranost in pazljivost, in njim podobna dela. Dopustna ekvivalentna raven hrupa $L_{Aeq,Te} = 70$ dB (velja za splošni hrup na delovnem mestu zaradi drugih proizvodnih virov v okolici delovnega mesta).	EN 15251:2007	$30 \text{ dB} \leq L_{Aeq} \leq 45 \text{ dB}$
	Tehnična smernica. Zaščita pred hrupom v stavbah (TSG-1-005:2012)	$L_{Aeq} \leq 35$ dB, $L_{AFmax} = 40$ dB (učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.).		
		Optimalni odmevni čas T_{opt} se izračuna po enačbi v tehnični smernici.		
	Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13)	Vrhnje talne, stenske in stropne obloge morajo biti iz materialov, ki dušijo hrup.	CEN CR 1752:1998	$L_{Aeq} = 40$ dB

Preglednica 2 prikazuje pregled slovenske zakonodaje in tujih priporočil glede vrednosti parametrov kakovosti notranjega okolja. V slovenski zakonodaji, ki se nanaša na vrtce, je najbolj zastopano področje zagotavljanje toplotnega udobja, ki je s tem zakonsko najbolj urejeno. Definiran je tako okvir indeksa PMV in tudi vrednosti T_{ai} , T_{mr} , RH_{ai} in v_{ai} , ki so večinoma povzete po tujih standardih in priporočilih. Parametri svetlobnega udobja so kvantitativno slabše določeni oz. nedoločeni. V zakonodaji ni kriterijev za sprožanje nevizualnih učinkov dnevne svetlobe na organizem. V pravilniku (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) določene vrednosti osvetljenosti pa se nanašajo le na umetno svetlobo. Zadostna osvetljenost z dnevno svetlobo se določa le na podlagi deleža svetlobnih odprtin in globine prostora. V nobenem veljavnem slovenskem pravilniku ni določil za količnik dnevne svetlobe (KDS). 49. člen prvotnega besedila Pravilnika o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 12/96 in 44/00) je sicer določal vrednosti KDS v višini 6–10 %, toda pravilnik ni več veljaven. Če se zgledujemo po tujih priporočilih (BS 8206-2:2008; LEED NC:2009; EN 15251:2007) v vseh lahko najdemo natančno določene priporočene vrednosti minimalne osvetljenosti z dnevno svetlobo. Določila o kakovosti notranjega zraka v slovenski zakonodaji so nekoliko manj stroga od tujih priporočil. Standard EN 15251 (2007) in standard ANSI/ASHRAE (62.1-2004) priporočata nižje koncentracije CO₂, kot jih določa Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02). Pri zakonodaji o zvočnem

udobju so določila ohlapna in prepuščena prosti izbiri – ni eksplicitno določeno, pod katero področje spada dejavnost v vrtcih.

Glede na to, da so v vrtcih otroci, ki so v fazi razvijanja in so hkrati za številna obolenja bolj občutljivi kot odrasli, bi bilo nekatere vrednosti parametrov udobja v vrtcih priporočljivo določiti bolj eksplicitno za otroke kot ogroženo populacijo. Ugotavljamo, da bi morala biti tuja priporočila bolj implementirana in nadgrajena v nacionalnih zahtevah, podobno kot na primer pri določenih toplotnega udobja.

2.4 Identifikacija problemov in določitev kriterijev za integralno oceno udobja

Na podlagi kritične ocene pregleda raziskav v poglavju 2.2 in zakonskih zahtev ter priporočil v poglavju 2.3 smo identificirali probleme (1–4):

1. Področje toplotnega udobja je dobro raziskano, vendar še vedno problematično. Otroci se počutijo udobneje pri nižjih temperaturah zraka kot odrasli ljudje, saj imajo v fiziološkem smislu tudi višjo stopnjo metabolizma. Zakonske zahteve in priporočila navajajo le parametre za odrasle osebe (t. i. povprečni uporabnik) in ne za občutljive skupine oseb, kot so otroci. Tako ustvarjene notranje razmere ne zadovoljijo vseh uporabnikov. Zaradi podobnih razlogov za analizo udobja otrok ni ustrezen model PMV, ki bi ga bilo treba prilagoditi glede na specifične skupine uporabnikov. Nadzorovana relativna vlažnost zraka, kot eden dejavnikov toplotnega udobja, je pomembna tudi zaradi preprečevanja razmnoževanja mikroorganizmov in gliv. Pomemben je nadzor temperature površin, ki je odvisna tudi od toplotnega ovoja stavbe, toplotnih mostov ipd.
2. Področje svetlobnega udobja je premalo raziskano, saj le redke raziskave obravnavajo dnevno svetlobo v vrtcih. Zaradi velikega pozitivnega učinka dnevne svetlobe na zdravje, bi bilo na tem področju treba narediti dodatne raziskave. Zakonske zahteve ne vsebujejo kvantitativnih parametrov za sprožanje nevizualnih fizioloških učinkov dnevne svetlobe na organizem (cirkadiani ritem).
3. Področje kakovosti notranjega zraka v vrtcih je bolj raziskano, vendar so koncentracije CO₂ v veliko vrtcih še vedno previsoke. Otroci so bolj občutljiva skupina kot odrasli in so zato zaradi slabe kakovosti zraka še bolj ogroženi. Zato bi bil potreben kakovostnejši nadzor nad koncentracijami CO₂ v notranjem zraku in tudi preostalih onesnaževalcev zraka (npr. formaldehid, plesni ...).
4. Področje zvočnega udobja v vrtcih je kar dobro raziskano. V večini primerov je bila analizirana raven hrupa, ki je bila previsoka glede na zahtevane vrednosti. Ko so v nekaj primerih analizirali odmevni čas igralnic, je bil le-ta večinoma ustrezen. S področja zvočnega udobja bi bile v vrtcih potrebne dodatne raziskave, saj visoka raven hrupa negativno vpliva na zdravje prisotnih. Zakonske zahteve za čezmerne ravni hrupa so določene samo za varovanje zaposlenih in ne otrok kot občutljive skupine ljudi.

Na podlagi analiziranih raziskav ter pregledane zakonodaje in priporočil smo določili kriterije, s pomočjo katerih smo v nadaljevanju oblikovali ocenjevalno lestvico o integralnem udobju (poglavje 5.5). Izbrani kriteriji so bili določeni na podlagi zakonskih zahtev, priporočil in standardov (poglavje 2.3) ter znanstveno preverjenih dejstev iz literature (poglavje 2.2). V Preglednici 3 je za parametre

PMV , $T_{ai,avg}$, $RH_{ai,avg}$, $E_{i,avg}$, $E_{i,min}/E_{i,avg}$ in $E_{i,avg}/E_{i,max}$, $cCO_{2i,avg}$ ter $L_{eqi,avg}$ prikazan izbrani kriterij z enoto in reference, na podlagi katerih smo ga določili.

Preglednica 3: Izbrani kriteriji za pomoč pri oblikovanju ocenjevalne lestvice o integralnem udobju ter reference.

Obravnavani parameter	Izbrani kriterij	Reference
PMV	0	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02), EN 15251 (2007), Fanger (1970)
$T_{ai,avg}$	21 °C	Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13), Mors in sod. (2011), Wargocki in Wyon (2013), Yun in sod. (2014)
$RH_{ai,avg}$	50 %	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02), Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13), Viitanen in Ritschkoff (1991), Johansson in sod. (2012)
$E_{i,avg}$	450 lx	BS 8206-2 (2008), LEED NC (2009), EN 15251 (2007), Kristl in sod. (2011)
$E_{i,min}/E_{i,avg}$ in $E_{i,avg}/E_{i,max}$	0,30	Zumtobel Lighting (2014), Kristl (2014)
$cCO_{2i,avg}$	1000 ppm	EN 15251 (2007), ANSI/ASHRAE Standard 62.1 (2004), Wisconsin department of health services (2014), Wargocki in Wyon (2013)
$L_{eqi,avg}$	60 dB	Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD – 1), Kacjan Žgajnar in sod. (2009b)

Izbrali smo tiste kriterije, ki kar najbolj zaščitijo otroke kot občutljivo skupino oseb. Izbrani kriterij indeksa PMV je vrednost 0, ki je po Fangerju (1970) definirana kot nevtralna vrednost zaznave toplotnega udobja. Tudi glede na pravilnik (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) in standard (EN 15251 (2007)) je toplotno udobje boljše, če se vrednost indeksa PMV približuje vrednosti 0. Pri tem smo se zavedali, da je indeks PMV prilagojen povprečnemu uporabniku.

Pri temperaturi notranjega zraka $T_{ai,avg}$, smo kriterij 21 °C izbrali na podlagi raziskav Mors in sod. (2011), Wargocki in Wyon (2013) ter Yun in sod. (2014), ki opozarjajo, da se otroci počutijo udobneje pri nižjih temperaturah, kot je predpisano. Za orientacijo nam je služil tudi pravilnik (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13), ki predpisuje temperaturo zraka vsaj 20 °C.

Kriterij za relativno vlažnost zraka $RH_{ai} = 50$ % smo izbrali na podlagi priporočil zakonodaje (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02, Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) in raziskav Viitanen in Ritschkoff (1991) ter Johansson in sod. (2012), v katerih so definirane vrednosti RH_{ai} , pri katerih se na konstrukcijskih sklopih že lahko pojavi plesen.

Na podlagi priporočil (BS 8206-2:2008, LEED NC:2009, EN 15251:2007) in priporočene prakse svetlobnih karakteristik, opisanih v delu Kristl in sod. (2011), smo za nevtralno osvetljenost z dnevno svetlobo izbrali kriterij 450 lx.

Kriterij za enakomernost osvetljenosti $E_{i,\min}/E_{i,\text{avg}}$ in $E_{i,\text{avg}}/E_{i,\max}$ velikosti 0,30 smo izbrali na podlagi interpretacije priporočil (Zumtobel Lighting, 2014) in literature (Kristl, 2014).

V priporočilih EN 15251 (2007) in ANSI/ASHRAE standard 62.1 (2004) definirane priporočene vrednosti koncentracije CO₂ smo podprli z ugotovitvami v raziskavah *Wisconsin department of health services* (2014) ter Wargočki in Wyon (2013) ter določili kriterij za najvišjo koncentracijo ogljikovega dioksida $cCO_{2i,\text{avg}} = 1000$ ppm, ki je za dobro počutje uporabnikov še sprejemljiva.

Kriterij za raven hrupa $L_{\text{eqi,avg}}$ v višini 60 dB je bil izbran na podlagi pravilnika (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD-1) ter na podlagi raziskave Kacjan Žgajnar in sod. (2009b), ki navaja zdravstvene težave, ki se lahko pojavijo ob izpostavljenosti različnim ravnam hrupa.

3 MERITVE PARAMETROV IN OBJEKTIVNA OCENA UDOBJA

3.1 Zasnova meritev za objektivno oceno udobja

Meritve parametrov so bile narejene v koraku 2. Potekale so v osemnajstih vrtcih. Od tega je bilo 15 vrtecev v Mestni občini Ljubljana, trije pa so bili v okolici Ljubljane. V vrtcih smo izbrali 25 igralnic (v posameznem vrtcu smo obravnavali najmanj eno in največ tri igralnice). Obravnavane vrtece smo poimenovali s črkami A–S, igralnice pa s številkami 1–25. V Preglednici 4 so predstavljeni seznam vrtecev in igralnic, leto zgraditve stavb, število otrok v skupini (igralnici), prostornina igralnice (V), tlorisna površina igralnice (S), površina svetlobnih odprtih (S_{sv}) in orientacija svetlobnih odprtih. Povprečna starost objektov, v katerih so vrtci, je 42 let (povprečno leto zgraditve 1972), pri čemer je bil najstarejši vrtec zgrajen leta 1899, najnovejši pa leta 2013. Vrtca O in S sta t. i. pasivna vrtca. Meritve v igralnicah smo opravljali v obdobju od 26. marca do 19. junija 2013.

Preglednica 4: Seznam obravnavanih igralnic in njihove lastnosti.

Vrtec	Leto zgraditve stavbe	Št. igralnice	Št. otrok v skupini	Prostornina V [m ³]	Tlorisna površina S [m ²]	Površina svetlobnih odprtih S_{sv} [m ²]	Orientacija svetlobnih odprtih, azimut [°]
A	1952	1	14	102,2	35,7	7,3	Z, 290
		2	20	112,2	35,8	10,3	Z, 290
B	1979	3	19	155,5	52,7	16,8	Z, 292
C	1899	4	14	131,5	35,2	11,5	V, 100
D	1963	5	18	161,1	44,6	20,8	SZ, 310
		6	16	116,8	37,2	15,5	J, 178
		7	16	142,6	46,9	13,8	JV, 130
E	1906	8	14	127,4	36,3	3,3	Z, 275
F	1979	9	19	116,5	39,0	14,8	V, 100
G	1979	10	14	151,7	41,9	10,0	J, 160
		11	14	164,2	36,0	13,1	JV, 150
H	1976	12	16	133,8	44,6	16,7	JZ, 210
I	1973	13	17	128,6	43,7	15,0	JV, 142
J	1982	14	20	113,3	33,8	11,5	JV, 128
		15	15	111,0	32,9	11,8	J, 149
K	1976	16	18	99,4	38,2	10,7	V, 80
		17	21	145,9	46,8	13,4	JV, 128
L	1976	18	20	132,8	41,0	16,2	J, 172
M	1979	19	14	122,1	42,4	9,9	JZ, 220
N	2005	20	22	180,2	46,2	19,5	S, 352
O	2013	21	21	118,0	39,2	17,3	J, 178

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 4

P	1971	22	17	174,5	50,3	21,5	J, 180
R	1972	23	13	134,1	44,7	11,6	J, 200
		24	17	146,3	49,1	13,2	J, 158
S	2012	25	17	132,2	43,6	15,4	J, 164

Povprečno leto izgradnje stavbe je 1972, povprečno št. otrok v skupini je 17, povprečna prostornina igralnic $V_{\text{pov}} = 130,1 \text{ m}^3$, povprečna tlorisna površina igralnic $S_{\text{pov}} = 41,5 \text{ m}^2$, povprečna površina svetlobnih odprtín $S_{\text{sv,pov}} = 13,6 \text{ m}^2$, povprečen azimut svetlobnih odprtín je 167° .

Objektivne analize udobja so zajemale meritve posameznih parametrov udobja (toplotnega, svetlobnega, kakovosti zraka, zvočnega udobja) v igralnicah 1–25. Na področju toplotnega udobja smo opravili meritve temperature notranjega zraka (T_{ai}), relativne vlažnosti notranjega zraka (RH_{ai}), hitrosti gibanja zraka (v_{ai}) in temperature obodnih površin prostora (T_{surf}). Izmerjena parametra svetlobnega udobja sta bila osvetljenost delovne ravnine (E_i) in transmisivnost zasteklitve za dnevno svetlobo (LT), ki je upoštevala tudi morebitno umazanijo na steklih. Izmerjeni parameter kakovosti notranjega zraka je bila koncentracija ogljikovega dioksida (cCO_{2i}). Izmerjena parametra zvočnega udobja sta bila raven hrupa (L_{eqi}) in odmevni čas (T_m). Vse meritve so bile narejene v skladu s standardom ISO 7726:1998. Metoda merjenja odmevnega časa je podrobno predstavljena v članku *Analysis of sanitary-technical and hygienic conditions of Slovenian kindergartens and proposed measures* (Kacjan Žgajnar in sod., 2013). Meritve smo opravljali v dopoldanskem času med 9. in 12. uro v 10–20-minutnih intervalih z izjemo cCO_{2i} , ki smo ga merili v 5-minutnih intervalih. Poleg meritev parametrov v notranjosti igralnic smo opravili tudi meritve v okolici vrta. Izmerili smo osvetljenost najtemnejšega dela neba (E_{ZNT}), zunanjo raven hrupa (L_{eqe}) ter koncentracijo CO_2 v zunanjem zraku (cCO_{2e}). Vrednosti parametrov temperature zunanjega zraka (T_{ae}), relativne vlažnosti zunanjega zraka (RH_{ae}) in hitrosti gibanja zunanjega zraka (v_{ae}) pa smo pridobili na spletnih straneh Agencije RS za okolje (ARSO, 2013).

V Preglednici 5 je navedena vsa uporabljena merilna oprema, položaj merilnih točk, višina merilnih točk nad ravnino tal ter število opravljenih meritev v igralnicah. Uporabili smo naslednjo merilno opremo: za meritve T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} smo uporabili merilnik Testo 445, za meritve T_{surf} smo uporabili merilnik Raytek Raynger MX, za meritve cCO_{2i} in cCO_{2e} merilnik Testo 535, za meritve L_{eqi} , L_{eqe} ter E_i , E_{ZNT} pa merilnik Volcraft DT 8820. Meritve T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} in L_{eqi} smo opravili na sredini prostora, meritve T_{surf} na obodnih površinah prostora, meritve E_i v enakomerni mreži točk po prostoru ter meritve cCO_{2i} na vzgojiteljičini mizi (zaradi varnosti merilnika). Višina merilnih točk je bila v vseh primerih (razen T_{surf}) 0,80 m nad ravnino tal.

Preglednica 5: Uporabljena merilna oprema in lastnosti meritev.

Veličina		T_{ai}	RH_{ai}	v_{ai}	T_{surf}	cCO_{2i} , cCO_{2e}	L_{eqi} , L_{eqe}	E_i , E_{ZNT}
Merilnik		Testo 445			Raytek Raynger MX	Testo 535	Votcraft DT 8820	
Merilna točka	Položaj meritev v prostoru	Sredina prostora			Obodne površine prostora	Vzgojiteljčina miza	Sredina prostora	Mreža točk*
	Višina merilne točke [m]	0,80			/	0,80	0,80	0,80
Št. meritev v posamezni igralnici		3–8			1–2	11–20	2–8	1–2

* Prostor je razdeljen na mrežo točk rastra 0,70–1,20 m, v odvisnosti od velikosti igralnice.

Karakteristike merilne opreme (natančnost merjenja in meritveni interval) so za vsako merjeno količino navedene v Preglednici 6.

Preglednica 6: Karakteristike merilne opreme (Votcraft, 2014; RSCBN, 2014).

Merilna količina	Natančnost merjenja	Meritveni interval
T_{ai}	$\pm 0,3$ °C ali $\pm 0,5$ % izmerjene vrednosti pri +22 °C	od –200 do 1370 °C
RH_{ai}	± 2 % (od +2 do +98 % RH_{ai})	od 0 do 100 %
v_{ai}	$\pm 0,03$ m/s oziroma ± 5 m/s pri srednji vrednosti hitrosti od 0 do 10 m/s	od 0 do +10 m/s
T_{surf}	± 1 % izmerjene vrednosti ali 1 °C pri 23 °C	od –30 °C do 900 °C
cCO_{2i} , cCO_{2e}	± 50 ppm CO_2 (od 0 do 5000 ppm CO_2) ± 100 ppm CO_2 (od 5001 do 9999 ppm CO_2)	od 0 do 9999 ppm
L_{eqi} , L_{eqe}	± 3 %	od 30 do 130 dB
E_i , E_{ZNT}	± 3 %	od 0,01 do 20000 lx

Poleg izmerjenih parametrov toplotnega udobja, smo iz izmerjenih podatkov o T_{surf} , po standardu za merilno opremo (ISO 7726:1998), izračunali srednjo sevalno temperaturo (T_{mr}). Po Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) smo izračunali operativno temperaturo (T_o). Na podlagi izmerjenih in izračunanih vrednosti parametrov toplotnega udobja smo izračunali indeks predvidenega povprečja glasov za toplotno neudobje (ang. *predicted mean vote index*, *PMV*) in odstotek nezadovoljnih oseb s toplotnim udobjem (ang. *predicted percentage of dissatisfied*, *PPD*). Indeksa *PMV* in *PPD* smo določili s pomočjo programskega orodja PsychoTool (Marsh, 2006), katerega izračun temelji na standardu ISO 7730:1993.

Na področju svetlobnega udobja smo izračunali delež svetlobnih odprt in faktorja enakomernosti ($E_{i,min}/E_{i,avg}$ in $E_{i,avg}/E_{i,max}$). Delež svetlobnih odprt in smo določili na podlagi razmerja med površino

svetlobnih odprtih, ki je več kot 50 cm nad ravnino tal, in neto tlorisno površino, kot je določeno po pravilniku (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13).

Iz rezultatov meritev cCO_{2i} smo s pomočjo enačbe (1), določene s standardom CEN CR 1752:1998, izračunali zaznano kakovost zraka oz. odstotek s kakovostjo notranjega zraka nezadovoljnih uporabnikov (PPD_{IAQ}). Upoštevali smo enačbo za prostor s sedečimi uporabniki (CEN CR 1752:1998).

$$PPD_{IAQ} = 395^{(-15.15 (cCO_{2i,max} - cCO_{2e})^{-0.25})} \quad (1)$$

Za referenčno vrednost smo upoštevali $cCO_{2i,max}$, ki je maksimalna izmerjena koncentracija CO_2 v času meritev, cCO_{2e} pa je izmerjena koncentracija CO_2 v zunanjem zraku.

S pomočjo enačb (2), (3) in (4) smo izračunali odmevni čas nekaterih igralnic, v dveh smo ga tudi izmerili. Pri računih smo uporabili enačbo (2) (Sabine, 1964; Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah, Uradni list RS, št. 10/12; TSG-1-005: 2012), enačbo (3) (Eyring, 1930; Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah, Uradni list RS, št. 10/12; TSG-1-005: 2012) in enačbo (4) (Millington, 1932; Sette, 1933; Neubauer in Kostek, 2001). Po enačbi v Tehnični smernici (TSG-1-005:2012) smo izračunali še optimalni odmevni čas igralnic (T_{opt}).

$$T_s = \frac{0.163 V}{S_{eq} + 4 mV} \quad (2)$$

$$T_{Ey} = \frac{0.163 V}{-S_{eq} \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4mV} \quad (3)$$

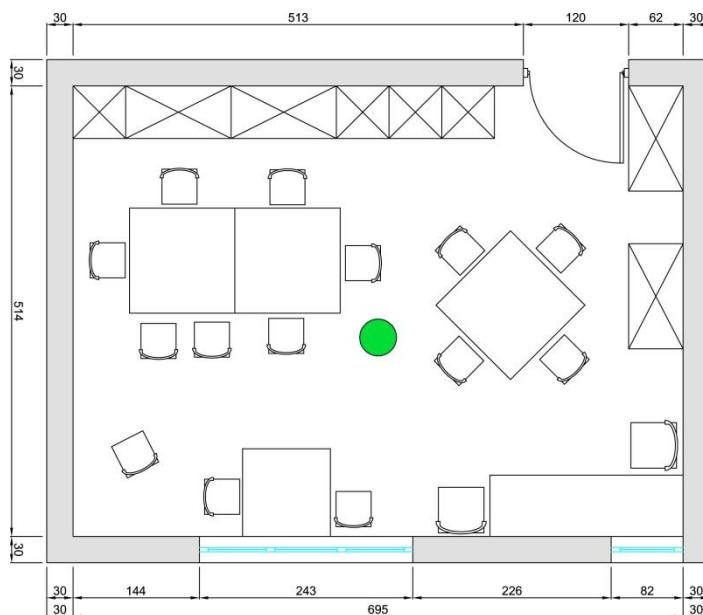
$$T_{M-S} = \frac{0,16 V}{-\sum_i S_{eqi} \ln(1 - \alpha_1)} \quad (4)$$

Vse rezultate meritev o kakovosti notranjega okolja smo primerjali z zahtevanimi vrednostmi slovenske zakonodaje in priporočenimi vrednostmi različnih standardov, ki so navedene v poglavju 2.3. Za določitev ustreznosti nekaterih parametrov (T_{ai} , v_{ai} , T_o), je bilo treba določiti, v katerih igralnicah smo meritve opravljali v obdobju ogrevanja, in v katerih v obdobju brez ogrevanja. Obdobja smo definirali na podlagi temperature zunanjega zraka. Podatke o vremenskih razmerah smo dobili na straneh Agencije RS za okolje (ARSO, 2013). Dan je bil definiran, kot dan ogrevalnega obdobja, če je bila povprečna temperatura zunanjega zraka nižja od 18 °C. Meritve v igralnicah št. 1–13, 18, 19, 23 in 24 so bile opravljene v obdobju ogrevanja, v igralnicah št. 14–17, 20–22 in 25 pa v obdobju brez ogrevanja. Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) zahteva le konstantno vzdrževanje T_{ai} nad 20 °C, zato smo kot merodajni predpis za ustreznost temperature notranjega zraka upoštevali Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02). Meritve osvetljenosti delovne ravnine z dnevno svetlobo smo opravljali na realnem stanju igralnic – ohranili smo položaj zunanjih in notranjih senčil ter položaj notranje opreme. Ugasnili smo vse vire umetne svetlobe.

3.2 Rezultati meritev

3.2.1 Meritve parametrov toplotnega udobja

Meritve parametrov toplotnega udobja so potekale tako, kot je predstavljeno v poglavju Zasnova meritev za objektivno oceno udobja (3.1). Na Sliki 3 je predstavljen tloris igralnice št. 1 in pripadajoče mesto izvajanja meritev T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} . Kot je prikazano, so bile igralnice v času meritev opremljene z opremo (pohištvom).



Slika 3: Tloris igralnice št. 1 s pripadajočimi kotami; z zelenim krogom je označeno mesto merjenja T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} (sredina prostora).

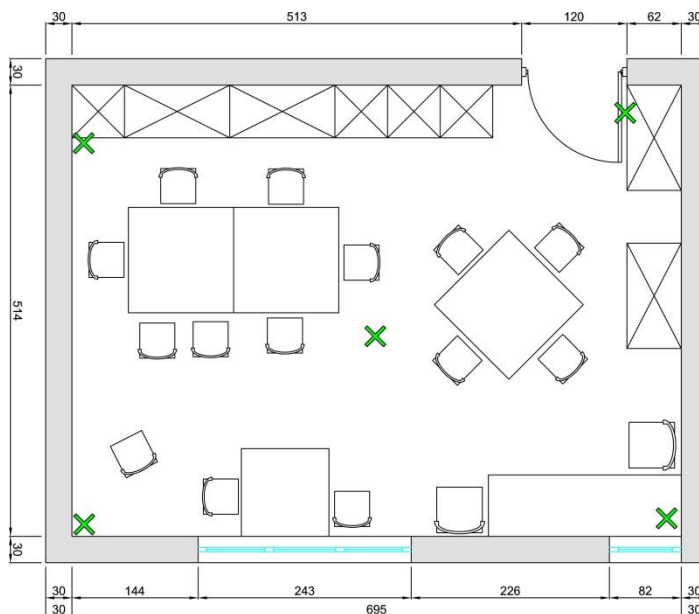
Rezultate meritev T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} v igralnici št. 1 smo zapisovali v natisnjen obrazec, prikazan v Prilogi B. Preglednica 7 prikazuje rezultate meritev pri različnih aktivnostih, tudi uro in vrednost meritev.

Preglednica 7: Rezultati meritev T_{ai} , RH_{ai} , v_{ai} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih

Aktivnost	Parameter	T_{ai} [°C]			RH_{ai} [%]			v_{ai} [m/s]		
Pogovor	Ura	9:25			9:25			9:25		
	Meritev	20,7			46,6			0,00		
Prosta igra	Ura	9:45	10:00	10:15	9:45	10:00	10:15	9:45	10:00	10:15
	Meritev	22,7	23,8	21,8	43,3	42,8	40,8	0,02	0,02	0,48
Malica	Ura	10:35			10:35			10:35		
	Meritev	22,6			39,6			0,12		
Barvanje	Ura	11:05			11:05			11:05		
	Meritev	21,3			38,6			0,10		
Ni otrok (so na igrišču)	Ura	11:40			11:40			11:40		
	Meritev	21,2			36,2			0,05		
Izpolnjevanje ankete	Ura	12:10			12:10			12:10		
	Meritev	22,2			36			0,08		

Na podlagi rezultatov v Preglednici 7 smo izračunali povprečno temperaturo notranjega zraka ($T_{ai,avg}$), povprečno relativno vlažnost notranjega zraka ($RH_{ai,avg}$) in povprečno hitrost gibanja notranjega zraka ($v_{ai,avg}$).

Po standardu (ISO 7726:1998) smo T_{surf} izmerili v petih točkah na vsaki izmed obodnih površin. V primeru igralnice št. 1 to pomeni 30 merilnih točk na šestih obodnih površinah (tla, strop in štiri stene). Meritve T_{surf} smo opravili dvakrat. Slika 4 prikazuje mesta meritev temperature površin (T_{surf}) na primeru tlorisa igralnice št. 1.



Slika 4: Z zelenimi križci so na primeru tlorisa označena mesta merjenja T_{surf} (sredina in vogali prostora).

Rezultati meritev T_{surf} obodnih površin prostora so predstavljeni v Preglednici 8.

Preglednica 8: Rezultati meritev T_{surf} v igralnici št. 1.

Površina	Površina [m ²]	T_{surf} [°C]									
		Točka 1		Točka 2		Točka 3		Točka 4		Točka 5	
		Meritev 1	Meritev 2	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 1	Meritev 2
Tla	35,65	22,0	22,6	23,4	22,2	22,8	23,3	23,1	21,9	22,2	19,7
Strop	35,65	22,1	19,8	22,9	19,3	23,8	21,5	21,1	20,6	22,2	19,9
Stena 1	21,75	23,0	19,7	21,5	19,5	24,5	21,7	18,4	20,4	21,1	22,4
Stena 2	14,21	21,8	19,8	23,4	19,8	21,6	21,4	23,0	21,8	22,6	20,5
Stena 3	23,63	22,9	23,3	23,0	22,5	24,0	23,4	24,0	22,1	23,0	21,4
Stena 4	16,09	23,8	20,8	21,8	21,9	23,3	21,9	23,9	22,3	23,7	22,0

Na podlagi rezultatov meritev T_{surf} v Preglednici 8 smo z uteženim razmerjem izračunali srednjo sevalno temperaturo (T_{mr}) ter povprečno srednjo sevalno temperaturo ($T_{mr,avg}$). Na podlagi izmerjenih in izračunanih podatkov smo po pravilniku (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) izračunali še operativno temperaturo (T_o). Na podlagi pridobljenih podatkov smo izračunali indeksa PMV in PPD . Predpostavljena stopnja metabolizma za srednjo aktivnost (stanje, sedenje) je 1,3 met (SIST EN ISO

8996:2005). Predpostavljena stopnja izolativnosti obleke za prehodno obdobje je 0,8 clo (ANSI/ASHRAE standard 55:2004).

Vsi opisani rezultati meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja za igralnico št. 1 so v Preglednici 9 prikazani v vrstici, ki označuje igralnico št.1. Podatke za preostale igralnice smo pridobili na enak način. V Preglednici 9 so podane karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja vseh obravnavanih igralnic.

Preglednica 9: Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja.

Vrtec	Št. igralnice	$T_{ai,avg}$ [°C]	$T_{ai,min}$ [°C]	$T_{ai,max}$ [°C]	$RH_{ai,avg}$ [%]	$RH_{ai,min}$ [%]	$RH_{ai,max}$ [%]	$v_{ai,avg}$ [m/s]	$v_{ai,min}$ [m/s]	$v_{ai,max}$ [m/s]	$T_{mr,avg}$ [°C]	T_o [°C]	PMV [-]	PPD [%]
A	1	22,0	20,7	23,8	40,5	36,0	46,6	0,11	0,02	0,48	22,0	22,0	+0,01	5
	2	22,9	21,3	24,2	36,4	32,7	40,0	0,04	0,00	0,10	20,1	21,5	-0,05	5
B	3	22,0	20,5	23,0	43,9	42,2	45,4	0,02	0,00	0,03	18,5	20,3	-0,30	6
C	4	21,6	20,9	22,3	45,3	43,7	47,7	0,01	0,01	0,02	22,9	22,3	+0,09	5
D	5	24,0	22,5	24,8	40,0	37,3	44,4	0,07	0,03	0,18	23,3	23,7	+0,33	7
	6	23,9	22,9	25,8	44,3	38,2	51,3	0,12	0,04	0,19	21,7	22,8	+0,25	6
	7	25,2	24,3	25,8	38,3	36,6	40,6	0,04	0,01	0,10	-	25,2	+0,69	15
E	8	22,2	21,6	23,1	51,6	50,6	52,2	-	-	-	21,5	21,9	+0,09	5
F	9	24,0	23,2	24,6	42,0	41,0	42,8	0,08	0,02	0,18	23,6	23,8	+0,43	8
G	10	21,7	13,3	25,0	47,6	44,2	50,6	0,02	0,01	0,02	22,4	22,1	+0,03	5
	11	23,8	22,8	24,4	38,4	29,1	44,8	0,06	0,03	0,08	23,0	23,4	+0,29	6
H	12	21,8	19,3	24,4	42,9	39,3	49,3	0,03	0,00	0,10	19,3	20,6	-0,33	7
I	13	22,9	22,6	23,1	58,4	56,0	60,7	0,05	0,02	0,06	21,1	22,0	+0,13	5
J	14	24,9	24,1	25,3	53,1	52,6	53,5	0,03	0,01	0,06	23,6	24,3	+0,66	14
	15	23,2	23,0	24,0	47,0	44,6	50,2	0,04	0,02	0,08	22,6	22,9	+0,31	6
K	16	24,9	23,8	25,4	54,5	51,6	59,1	0,05	0,01	0,04	-	24,9	+0,72	15
	17	23,5	22,7	24,2	61,2	56,6	64,1	0,20	0,02	0,50	-	23,5	+0,31	7
L	18	22,3	21,5	22,8	54,5	52,5	55,7	0,05	0,02	0,08	21,5	21,9	+0,12	5
M	19	21,9	22,0	24,2	48,5	45,4	54,1	0,04	0,01	0,14	21,4	21,7	-0,02	5
N	20	25,6	25,3	25,9	59,4	54,5	65,8	0,02	0,01	0,02	22,2	23,9	+0,61	12
O	21	25,7	25,1	26,5	58,3	56,3	59,1	0,07	0,02	0,11	24,2	25,0	+0,75	16
P	22	21,9	21,7	22,1	48,5	47,9	49,7	0,04	0,02	0,08	21,4	21,7	-0,02	5
R	23	24,3	23,5	25,0	49,8	47,2	51,9	0,11	0,01	0,30	22,9	23,6	+0,42	8
	24	23,0	21,3	23,8	41,5	35,7	49,3	0,06	0,02	0,12	22,3	22,7	+0,13	5
S	25	26,5	25,5	27,4	66,0	64,2	68,5	0,06	0,03	0,20	25,7	26,1	+1,10	29

Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov obravnavanih igralnic skupaj so: $T_{ai,avg} = 23,4$ °C, $RH_{ai,avg} = 48,5$ %, $v_{ai,avg} = 0,06$ m/s, $T_{mr,avg} = 22,2$ °C, $T_o,avg = 23,0$ °C, $PMV_{avg} = +0,27$.

Najvišja izmerjena temperatura zunanega zraka za mesto Ljubljana v času meritev je bila 32,4 °C, najnižja -1,4 °C (ARSO, 2013). V Preglednici 9 so predstavljeni rezultati meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov v obravnavanih igralnicah skupaj so: $T_{ai,avg} = 23,4$ °C, $RH_{ai,avg} = 48,5$ %, $v_{ai,avg} = 0,06$ m/s, $T_{mr,avg} = 22,2$ °C, $T_{o,avg} = 23,0$ °C, $PMV_{avg} = +0,27$. Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti.

Vse rezultate meritev in izračunov parametrov toplotnega udobja smo primerjali z zahtevanimi vrednostmi slovenske zakonodaje in priporočenimi vrednostmi različnih standardov, ki so prikazane v poglavju 2.3.

Glede na zakonodajo (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) je bila T_{ai} v mejah dovoljenega v igralnicah št. 1, 3, 4, 8, 13–18, 20, 22 in 24 (52 % vseh igralnic). V vseh preostalih igralnicah je bila T_{ai} previsoka, v igralnici št. 10 pa hkrati tudi prenizka (T_{ai} se je gibala med 13,3 °C, v času zračenja igralnice do 25 °C, v času, ko so bila okna zaprta). T_{ai} je sledila priporočenim vrednostim (EN 15251:2007) le v igralnicah št. 15 in 22 (8 % vseh igralnic). Dve izmed obravnavanih igralnic (št. 21 in 25) sta bili ogrevani s pomočjo talnega gretja. Vrednost RH_{ai} je bila glede na zakonodajo (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) v mejah dovoljenega v igralnicah št. 3, 4, 8–10, 14–16, 18, 19, 21–23 (52 % vseh igralnic). V 67 % primerov z neustrezno RH_{ai} je bila vrednost prenizka (igralnice št. 1, 2, 5–7, 11, 12, 24). Predpisi slovenske zakonodaje so glede dovoljenih vrednosti RH_{ai} strožji od priporočil standardov. Vrednost v_{ai} je presegla dovoljeno mejo (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) v igralnicah št. 1, 17, 23 in 25 (16 % vseh igralnic). Zunaj meja priporočenih vrednosti (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) so bile igralnice št. 1, 5, 6, 9, 17, 23 in 25 (28 % vseh igralnic).

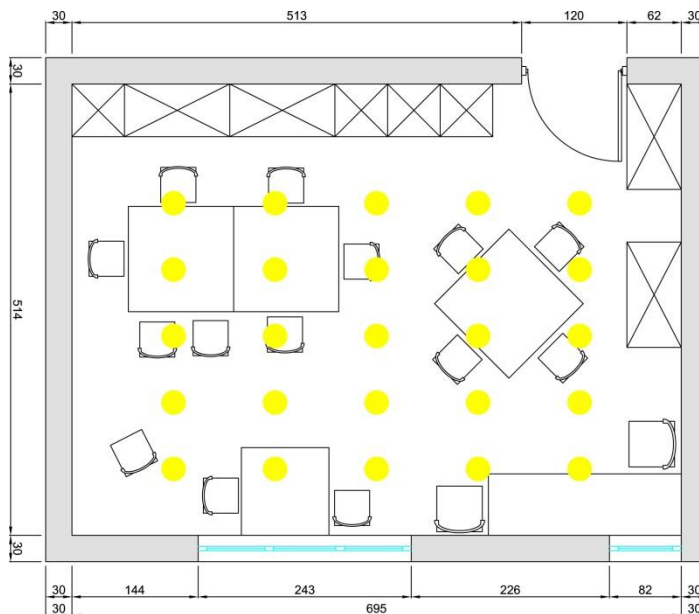
V nobenem primeru nismo ugotovili prevelike sevalne temperaturne asimetrije. Glede na zakonodajo je bila T_o zunaj predpisanih vrednosti (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) v igralnicah št. 5, 7, 9, 23 in 25 (20 % vseh igralnic). Glede na priporočila standarda (CEN CR 1752:1998), ki so malenkost strožja od slovenske zakonodaje, je bila T_o zunaj predpisanih vrednosti v igralnicah št. 5–7, 9, 11, 23–25 (32 % vseh igralnic). V vseh odstopajočih primerih je bila T_o previsoka.

V igralnicah št. 16, 21 in 25 (12 % obravnavanih igralnic) sta indeksa PMV in PPD odstopala od zahtevanih vrednosti po pravilniku (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02). Glede na priporočila standarda (EN 15251:2007), katerega kriterij je strožji od pravilnika, je bilo toplotno udobje nezadovoljivo v igralnicah št. 7, 14, 16, 20, 21 in 25 (24 % obravnavanih igralnic). V vseh omenjenih igralnicah je toplotno udobje odstopalo v pozitivni smeri, kar pomeni, da so bile igralnice ocenjene kot tople. Izmed vseh obravnavanih igralnic je toplotno udobje spadalo v razred A v 10 igralnicah (40 %), v razred B v 9 igralnicah (36 %), v razred C v 4 igralnicah (16 %) in v dveh igralnicah v razred D (8 %).

V igralnicah št. 5–7, 9, 11, 23 in 25 (28 % vseh igralnic) je hkrati od dovoljenih oz. priporočenih vrednosti odstopalo več parametrov toplotnega udobja. Večina ekstremnih vrednosti je bila izmerjena v igralnici št. 25 (Preglednica 9).

3.2.2 Meritve parametrov svetlobnega udobja

Meritve parametrov svetlobnega udobja so potekale tako, kot je predstavljeno v poglavju Zasnova meritev za objektivno oceno udobja (3.1). Na Sliki 5 so na tlorisu igralnice št. 1 predstavljena pripadajoča mesta opravljanja meritev E_i .



Slika 5: Tloris igralnice št. 1; z rumenimi krogi so označena mesta merjenja E_i (mreža točk).

Rezultate meritev E_i v igralnici št. 1 smo zapisovali v natisnjen obrazec, prikazan v Prilogi B. Preglednica 10 prikazuje vrednosti meritev E_i , ki so razporejene v enakomerno mrežo merilnih točk, medsebojno oddaljenih približno 0,80 m v navpični smeri, 1,00 m v vodoravni smeri (na primeru tlorisa na Sliki 5).

Preglednica 10: Rezultati meritev E_i [lx] v igralnici št. 1. Položaj vrednosti E_i v preglednici je enak položaju točk na Sliki 5.

E_i v točki [lx]	a	b	c	d	e
1	45	45	51	38	16
2	53	58	121	51	27
3	74	78	180	56	49
4	98	162	230	54	104
5	62	661	610	33	512

Na podlagi rezultatov v Preglednici 10 smo izračunali povprečno osvetljenost ($E_{i,avg}$), razmerje med minimalno in povprečno osvetljenostjo ($E_{i,min}/E_{i,avg}$) ter razmerje med povprečno in maksimalno osvetljenostjo ($E_{i,avg}/E_{i,max}$). Izračunali smo tudi delež svetlobnih odprtih glede na neto tlorisno površino prostora. Izmerili smo transmisivnost zasteklitve za dnevno svetlobo (LT), pri tem smo upoštevali tudi morebitno umazanijo na steklih.

Vsi opisani rezultati meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja za igralnico št. 1 so v Preglednici 11 prikazani v vrstici, ki označuje igralnico št. 1. Podatke za preostale igralnice smo pridobili na enak način. V Preglednici 11 so prikazane karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja vseh obravnavanih igralnic.

Preglednica 11: Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja.

Vrtec	Št. igralnice	Stanje neba	Orientacija svetlobnih odprtín, azimut [°]	Delež svetlobnih odprtín [%]	LT [-]	$E_{i,avg}$ [lx]	$E_{i,min}$ [lx]	$E_{i,max}$ [lx]	$E_{i,min}/E_{i,avg}$ [-]	$E_{i,avg}/E_{i,max}$ [-]
A	1	Oblačno	Z, 290	20,4	0,523	139	16	661	0,12	0,21
	2	Oblačno, sneži	Z, 290	28,9	0,565	449	117	1320	0,26	0,34
B	3	Oblačno	Z, 292	30,6	0,747	492	91	1980	0,18	0,25
C	4	Oblačno, sneži	V, 100	31,7	0,527	136	44	453	0,32	0,30
D	5	Delno oblačno	SZ, 310	40,0	0,631	697	223	1380	0,32	0,51
	6	Jasno	J, 178	38,5	0,694	918	44	5410	0,05	0,17
	7	Oblačno	JV, 130	29,4	0,670	356	33	1091	0,09	0,33
E	8	Oblačno	Z, 275	9,1	0,599	74	22	305	0,30	0,24
F	9	Jasno	V, 100	37,9	0,826	1285	18	18700	0,01	0,07
G	10	Oblačno	J, 160	23,8	0,686	126	32	514	0,25	0,25
	11	Oblačno	JV, 150	23,0	0,778	183	33	950	0,18	0,19
H	12	Jasno	JZ, 210	37,4	0,692	347	105	805	0,30	0,43
I	13	Delno oblačno	JV, 142	35,0	0,892	690	59	4430	0,09	0,16
	14	Delno oblačno	JV, 128	34,1	0,773	682	19	2790	0,03	0,24
J	15	Jasno	J, 149	35,9	0,773	162	28	607	0,17	0,27
	16	Delno oblačno	V, 80	26,7	0,577	294	20	1145	0,07	0,26
K	17	Oblačno	JV, 128	28,7	0,773	97	22	461	0,23	0,21
L	18	Oblačno, dežuje	J, 172	49,0	0,782	521	72	1901	0,14	0,27
M	19	Oblačno, dežuje	JZ, 220	23,3	0,833	121	16	654	0,13	0,19
N	20	Delno oblačno	S, 352	41,7	0,775	509	78	1171	0,15	0,43
O	21	Delno oblačno	J, 178	34,1	0,609	915	238	3750	0,26	0,24
P	22	Jasno	J, 180	43,6	0,849	463	176	1304	0,38	0,36
R	23	Oblačno	J, 200	22,8	0,586	44	7	165	0,16	0,27
	24	Delno oblačno	J, 158	26,8	0,822	163	15	802	0,09	0,20
S	25	Jasno	J, 164	27,4	0,529	2655	434	28900	0,16	0,09

Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov obravnavanih igralnic skupaj so: delež svetlobnih odprtín = 30,4 %, $E_{i,avg}$ = 501 lx, LT_{avg} = 0,700.

Ker je svetlobna klima v grajenem okolju močno odvisna od zunanjih razmer, smo med analizo igralnic hkrati zapisovali tudi vremenske razmere oz. stanje neba. V 12 (48 %) primerih je bilo vreme oblačno, 7-krat (28 %) je bilo delno oblačno in 6-krat (24 %) jasno. Osvetljenost delovnih površin je odvisna tudi od orientacije stavbe, predvsem pa od orientacije analiziranega prostora in zunanjih ovir. Le ena od obravnavanih igralnic je bila orientirana proti severu, največ (9) pa na jug. Na tem mestu je treba opozoriti, da je bil čas, ki smo ga imeli na voljo za meritve, izredno omejen (različne vremenske razmere). Zato izvedba meritev v vseh igralnicah v podobnih razmerah ni bila mogoča. Izmerjene vrednosti lahko torej obravnavamo kot orientacijske, ne moremo pa jih neposredno medsebojno primerjati. V Preglednici 11 so predstavljeni rezultati meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov v obravnavanih igralnicah skupaj so: delež svetlobnih odprtin = 30,4 %, $E_{i,avg} = 501 \text{ lx}$, $LT_{avg} = 0,700$. Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti.

Vse rezultate meritev in izračunov parametrov svetlobnega udobja smo primerjali z zahtevanimi vrednostmi slovenske zakonodaje in priporočenimi vrednostmi različnih standardov, ki so navedene v poglavju 2.3.

Igralnica je dovolj osvetljena z naravno svetlobo, če je površina zidarskih odprtin, ki je več kot 0,50 m odmaknjena od tal, velika vsaj 20 % neto tlorisne površine igralnice (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13). Igralnica št. 8 s površino svetlobnih odprtin 9,1 % neto tlorisne površine ni izpolnjevala pogoja. Preostale igralnice so pogoj izpolnjevale. Največjo površino odprtin je imela igralnica št. 18 z 49 %. Ta igralnica je imela poleg običajnih oken še nadsvetlobne odprtine. Pravilnik (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) zahteva, naj globina prostora ne bo večja od dveh in pol višin od tal do zgornjega roba okna, sicer mora biti prostor osvetljen z dveh strani. V igralnicah št. 16, 17, 21, 23–25 je bila globina prostora večja od dveh in pol višin, vendar so bile igralnice št. 21, 24 in 25 osvetljene z dveh strani, od tega igralnica št. 25 le posredno čez hodnik. Največja vrednost povprečne naravne osvetljenosti je bila dosežena v igralnici št. 25 (2655 lx), kar je bilo verjetno zaradi jasnega vremena in visoke zunanje osvetljenosti – ter neposrednega vpada sončnega sevanja v prostor. Najnižja vrednost povprečne osvetljenosti je bila dosežena v igralnici št. 23 (44 lx), kar je lahko posledica oblačnega vremena in manjšega deleža odprtin, hkrati pa so bila na 3 od 5 oknih spuščena zunanja senčila. Priporočena naravna osvetljenost izobraževalnih ustanov je vsaj 300 lx (EN 15251:2007; BS 8206-2:2008), ki je bila zagotovljena oz. presežena v 56 % igralnic. Ustreznost distribucije svetlobe se določi z razmerjem med ekstremnimi in povprečnimi vrednostmi osvetljenosti. Najnižje/najslabše razmerje med minimalno in povprečno osvetljenostjo je imela igralnica št. 9 (0,01), najvišje pa igralnica št. 22 (0,38). Razmerje med maksimalno in povprečno osvetljenostjo je imela najnižje/najslabše prav tako igralnica št. 9 (0,07), najvišje pa igralnica št. 5 (0,51). Glede na priporočila, minimalna osvetljenost ne sme pasti pod 0,8 povprečne osvetljenosti, kar se je zgodilo v vseh igralnicah. Igralnica z najmanj za dnevno svetlobo prepustnimi stekli je bila igralnica št. 1 ($LT = 0,523$), medtem ko je bil faktor LT največji v igralnici št. 13 ($LT = 0,892$). Okna s troslojnimi stekli so bila vgrajena v igralnicah št. 1, 2, 4, 16, 21, 23 in 25 (28 % vseh igralnic). Igralnica št. 8 je imela škatlasto okno (Slika 6). Preostale igralnice so imele okna z dvoslojno zasteklitvijo.

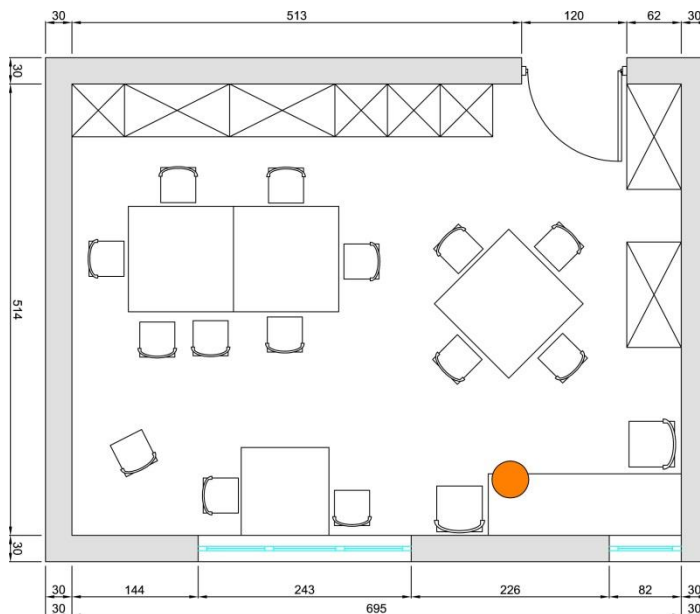


Slika 6: Škatlasto okno v igralnici št. 8.

V nekaterih igralnicah so bile na okenska stekla pritrjene risbe in podobni predmeti, ki zmanjšujejo prepustnost stekel za dnevno svetlobo.

3.2.3 Meritve parametrov kakovosti notranjega zraka

Meritve parametrov kakovosti notranjega zraka so potekale tako, kot je predstavljeno v poglavju Zasnova meritev za objektivno oceno udobja (3.1). Na Sliki 7 je na tlorisu igralnice št. 1 predstavljeno pripadajoče mesto opravljanja meritev cCO_{2i} .



Slika 7: Tloris igralnice št. 1; z oranžnim krogom je označeno mesto merjenja cCO_{2i} (vzgojiteljičina miza).

Rezultate meritev cCO_{2i} v igralnici št. 1 smo vnašali v natisnjen obrazec, prikazan v Prilogi B. Preglednica 12 prikazuje rezultate meritev pri različnih aktivnostih, tudi uro in vrednost meritve. V naslovu preglednice je opisan tudi način prezračevanja (npr. odpiranje oken na ventus⁴).

Preglednica 12: Rezultati meritev cCO_{2i} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih.

Primer št. 1	Aktivnost: pogovor, prosta igra						
	Št. oseb v prostoru: 19						
Ura	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40	9.45
cCO_{2i} [ppm]	1336	1637	1654	1915	2016	2193	2443
Ura	9.50	9.55	10.00	10.05	10.10		
cCO_{2i} [ppm]	2381	2403	2415	2448	1621		
Primer št. 2	Aktivnost: barvanje						
	Št. oseb v prostoru: 20						
Ura	11.05	11.10	11.15	11.20			
cCO_{2i} [ppm]	695	909	1051	1261			
Primer št. 3	Aktivnost: priprave na kosilo						
	Št. oseb v prostoru: 19						
Ura	11.45	11.50	11.55	12.00			
cCO_{2i} [ppm]	562			625			

Začetek meritev ob 9.15. Pred začetkom meritev je bilo na ventus odprto eno okno, nato so ga zaprli. Ob 10.05 so spet odprli okno na ventus. Ob 10.55 so igralnico z odpiranjem oken in vrat popolnoma prezračili, nato so okna in vrata zaprli. Od 11.20 do 11.55 so igralnico spet prezračili.

⁴ Možnost pripranja okna z nagibom (okrog spodnje osi).

Na podlagi rezultatov v Preglednici 12 smo izračunali povprečno koncentracijo CO₂ v notranjem zraku ($cCO_{2i,avg}$). Izmerili smo tudi koncentracijo CO₂ v zunanjem zraku (cCO_{2e}). Na podlagi klasifikacije, opisane v standardu CEN CR 1752:1998, in s pomočjo enačbe (1) smo glede na kakovost zraka v prostoru izračunali PPD_{IAQ} in igralnice razvrstili po kakovostnih razredih (A je najboljši in D najslabši).

Vsi opisani rezultati meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega in zunanjega zraka za igralnico št. 1 so v Preglednici 13 prikazani v vrstici, ki označuje igralnico št.1. Podatke za preostale igralnice smo pridobili na enak način. V Preglednici 13 so prikazane karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega zraka. Poleg izvedenih meritev smo izračunali delež s kakovostjo zraka nezadovoljnih uporabnikov PPD_{IAQ} in kakovostni razredi posameznih igralnic, pri čemer je A najboljši in D najslabši.

Preglednica 13: Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega zraka

Vrtec	Št. igralnice	$cCO_{2i,avg}$ [ppm]	$cCO_{2i,min}$ [ppm]	$cCO_{2i,max}$ [ppm]	cCO_{2e} [ppm]	PPD_{IAQ} [%]	Kakovostni razred
A	1	1643	562	2448	374	42	D
	2	1805	785	2181	340	39	D
B	3	2584	1811	3219	370	50	D
C	4	1400	942	1912	388	35	D
D	5	1389	628	2227	374	39	D
	6	2094	881	2942	377	47	D
	7	1176	914	1598	445	29	C
E	8	1000	825	1243	371	24	C
F	9	1449	1251	1543	377	30	C
G	10	1433	389	2159	379	38	D
	11	1657	886	2107	374	38	D
H	12	1812	425	3010	375	48	D
I	13	2020	537	3050	430	48	D
J	14	1910	970	2226	435	38	D
	15	761	612	915	417	16	B
K	16	905	731	1024	435	18	B
	17	628	424	937	381	17	B
L	18	1012	481	1731	414	32	D
M	19	1967	1442	2545	385	43	D
N	20	-	-	-	330	-	-
O	21	1181	584	1613	330	31	D
P	22	867	807	995	399	18	B
R	23	1125	685	1589	343	31	D
	24	1192	490	1686	386	32	D
S	25	2023	688	3613	391	53	D

Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov obravnavanih igralnic skupaj so: $cCO_{2i,avg}$ = 1460 ppm, $cCO_{2e,avg}$ = 385 ppm, $PPD_{IAQ,avg}$ = 35 %.

V Preglednici 13 so predstavljeni rezultati meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega in zunanje zraka. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov v obravnavanih igralnicah skupaj so: $cCO_{2i,avg} = 1460$ ppm, $cCO_{2e,avg} = 385$ ppm, $PPD_{IAQ,avg} = 35$ %. Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti. V igralnicah št. 21 in 25 (8 % vseh igralnic) je nameščen sistem centralnega mehanskega prezračevanja. V preostalih igralnicah je bilo prezračevanje naravno (Slika 8).



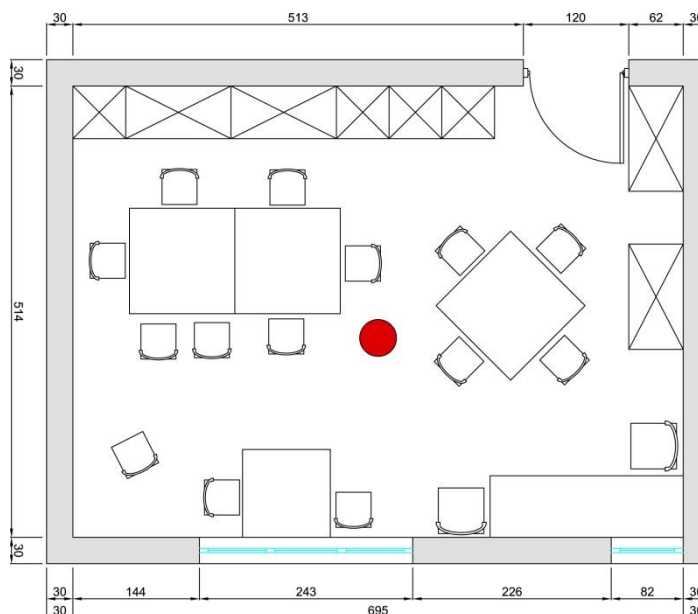
Slika 8: Primer naravnega prezračevanja igralnice z odpiranjem oken (levo) in mehanskega prezračevanja s centralnim prezračevalnim sistemom (desno).

Vse rezultate meritev in izračunov parametrov kakovosti notranjega zraka smo primerjali z zahtevanimi vrednostmi v slovenski zakonodaji in priporočenimi vrednostmi različnih standardov, ki so navedene v poglavju 2.3.

Najnižja vrednost cCO_{2e} 330 ppm je bila izmerjena v okolici vrtcev N in O (igralnici št. 20 in 21), ki stojita na podeželju. Najvišja cCO_{2e} 445 ppm pa v okolici vrtca D (igralnica št. 7), ki je v Ljubljani. Dopustna vrednost $cCO_{2i} = 1667$ ppm (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) je bila presežena v igralnicah št. 1–6, 10–14, 18–20, 24 in 25 (64 % vseh igralnic). Priporočilo standarda (EN 15251:2007) navaja, naj bo cCO_{2i} ves čas nižja od za 500 ppm povečane cCO_{2e} , čemur je sledila le igralnica št. 15. Za to igralnico smo ugotovili, da je s kakovostjo notranjega zraka nezadovoljnih manj kot 16 % uporabnikov. Ugotovljamo, da nobena od obravnavanih igralnic ni ustrezala kakovostnemu razredu A. Kakovostnemu razredu B so ustrezale igralnice št. 15–17 in 22. Igralnice št. 7–9 so ustrezale kakovostnemu razredu C. Preostale igralnice so bile uvrščene v kakovostni razred D. V 68 % igralnic je bil delež s kakovostjo zraka nezadovoljnih uporabnikov višji od 30 %, v 28 % igralnic višji od 40 %, v dveh igralnicah (št. 3 in št 25) pa je bil delež nezadovoljnih uporabnikov celo večji od 50 %. Faktor $PPD_{IAQ,avg} = 35$ %, iz česar lahko povzamemo, da je D povprečni razred kakovosti zraka.

3.2.4 Meritve parametrov zvočnega udobja

Meritve parametrov zvočnega udobja so potekale tako, kot je, predstavljeno v poglavju Zasnova meritev za objektivno oceno udobja (3.1). Na Sliki 9 je na tlorisu igralnice št. 1 predstavljeno pripadajoče mesto izvajanja meritev L_{eqi} .



Slika 9: Tloris igralnice št. 1; z rdečim krogom je označeno mesto merjenja L_{eqi} (sredina prostora).

Rezultate meritev L_{eqi} v igralnici št. 1 smo vnašali v natisnjen obrazec, prikazan v Prilogi B. Preglednica 14 prikazuje rezultate meritev pri različnih aktivnostih, tudi uro in vrednost meritve.

Preglednica 14: Rezultati meritev L_{eqi} v igralnici št. 1 pri različnih aktivnostih.

Aktivnost	Parameter	L_{eqi} [dB]
Pogovor	Ura	9.25
	Meritev	55–65
Prosta igra	Ura	9.45
	Meritev	60–75

Poleg meritev ravni hrupa v igralnicah smo opravili tudi meritve ravni hrupa v okolici vrtca. Na podlagi enačb (2), (3) in (4) ter na podlagi popisa materialov in njegovih karakteristik smo izračunali odmevni čas igralnice. V enačbah uporabljeni absorpcijski koeficienti materialov so bili pridobljeni iz relevantne literature (Long, str 257–260, 2006).

Vsi opisani rezultati meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja za igralnico št. 1 so v Preglednici 15 prikazani v vrstici, ki označuje igralnico št.1. Podatke za preostale igralnice smo pridobili na enak način. V Preglednici 15 so prikazane karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja.

Preglednica 15: Karakteristične vrednosti meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja.

Vrtec	Št. igralnice	L_{eqi} [dB]	L_{eqe} [dB]	T_s [s]	T_{Ey} [s]	T_{M-S} [s]	T_{opt} [s]
A	1	55–75	55	1,08	1,03	1,00	0,47
	2	40–95	53	-	-	-	-
B	3	65–85	63	-	-	-	-
C	4	45–90	50	-	-	-	-
D	5	45–80	52	-	-	-	-
	6	75–85	75	0,99	0,94	0,89	0,49
	7	35–80	53	1,16	1,11	1,07	0,52
E	8	50–80	36	1,15	1,10	1,06	0,50
F	9	30–70	52	1,13	1,09	1,04	0,49
G	10	30–85	42	1,18	1,11	1,05	0,52
	11	30–75	32	1,21	1,14	1,08	0,49
H	12	65–90	45	0,87	0,82	0,79	0,50
I	13	70–80	45	1,07	1,02	0,98	0,50
J	14	50–80	42	1,33	1,27	1,23	0,52
	15	50–80	38	-	-	-	-
K	16	70–80	55	0,93	0,90	0,85	0,43
	17	60–80	65	1,11	1,13	1,02	0,52
L	18	50–75	42	-	-	-	-
M	19	60–85	43	1,18	1,15	1,10	0,50
N	20	65–80	31	1,21	1,15	1,12	0,57
O	21	65–80	31	1,14	1,09	1,05	0,49
P	22	50–80	53	-	-	-	-
R	23	60–80	50	1,01	0,95	0,92	0,50
	24	65–80	54	1,15	1,09	1,05	0,52
S	25	50–80	44	1,25	1,19	1,15	0,51

Dodatno so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje vrednosti (modra barva). Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov obravnavanih igralnic skupaj so: $L_{eqi,avg} = 53–81$ dB (69 dB), $L_{eqe,avg} = 48$ dB, $T_{s,avg} = 1,12$ s, $T_{Ey,avg} = 1,07$ s, $T_{M-S,avg} = 1,03$ s, $T_{opt,avg} = 0,50$ s.

V Preglednici 15 so predstavljeni rezultati meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja. Najmanj hrupno okolje je bilo v okolici igralnic št. 20 in 21 (vrta N in O) z $L_{eqe} = 31$ dB, ki sta na podeželju. Najvišjo raven hrupa $L_{eqe} = 75$ dB smo izmerili v okolici igralnice št. 6 (vrtec D), kjer so v času meritev kosili travo. Povprečna zunanja raven hrupa je bila $L_{eqe,avg} = 48$ dB. Povprečne vrednosti izmerjenih in izračunanih parametrov v vseh obravnavanih igralnicah skupaj so: $L_{eqi,avg} = 54–81$ dB (69 dB), $T_{s,avg} = 1,12$ s, $T_{Ey,avg} = 1,07$ s, $T_{M-S,avg} = 1,03$ s, $T_{opt,avg} = 0,50$ s. Pri vsakem od parametrov so označene najvišje (rdeča barva) in najnižje (modra barva) izmerjene/izračunane vrednosti.

Vse rezultate meritev in izračunov parametrov zvočnega udobja smo primerjali z zahtevanimi vrednostmi slovenske zakonodaje in priporočenimi vrednostmi različnih standardov, ki so navedene v poglavju 2.3.

Glede na zakonodajo (TSG-1-005:2012) je bila raven hrupa v skoraj vseh igralnicah previsoka. Zahtevane vrednosti pravilnika (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD-1), ki se

nanaša na izpostavljenost hrupu na delovnem mestu (dopustna ekvivalentna raven hrupa $L_{Aeq,Te} = 70$ dB), so bile presežene v vseh igralnicah, razen v igralnici št. 9, kjer je bila omenjena vrednost le dosežena. Najvišja raven hrupa je bila v igralnici št. 2 (95 dB), najtišja pa je bila igralnica št. 9 (30–70 dB). Glede na slovensko zakonodajo je bila priporočena raven hrupa v vseh igralnicah presežena.

V igralnicah št. 9 in št. 12 smo odmevni čas tudi izmerili. Odmevna časa igralnic sta: $T_m(\text{št. } 9) = 0,63$ s in $T_m(\text{št. } 12) = 0,70$ s. Izmerjeni odmevni čas v obeh igralnicah je veliko krajši kot izračunan odmevni čas. V primerjavi z optimalnim so izračunani odmevni časi igralnic veliko predolgi – tudi do 2,6-krat daljši (v primeru igralnice št. 14). Predolga sta tudi oba izmerjena odmevna časa.

»Ta stran je namenoma prazna«

4 SUBJEKTIVNA OCENA UDOBJA

4.1 Zasnova izvedbe anketiranja

Subjektivna ocena kakovosti notranjega okolja je bila narejena v koraku 3. Pridobitev subjektivne ocene udobja v prostoru je pomembna, saj odraža počutje uporabnikov v prostoru, njihovo interpretacijo udobnih razmer in definira želene spremembe. Vsak človek udobje zaznava drugače, nekateri so bolj občutljivi, drugi manj. Objektivna ocena udobja je splošno merilo udobja, vendar vedno obstaja delež ljudi, ki se tudi v teoretično udobnem okolju počutijo neudobno. S pomočjo subjektivne ocene udobja pa lahko ugotovimo, ali končnim uporabnikom prostor resnično ustreza.

Zato, da bi dobili subjektivno oceno udobja v igralnicah, smo zaposlene anketirali o udobju na delovnem mestu. Anketo smo izdelali na podlagi validiranega anketnega vprašalnika (Buratti in Ricciardi, 2009). Anketirali smo vzgojiteljice in njihove pomočnice. Anketni vprašalnik z naslovom Anketa o udobju na delovnem mestu je bil sestavljen iz 18 vprašanj (glej Prilogo A) in razdeljen na pet glavnih sklopov. Ti sklopi so: demografski podatki, podatki o obleki in aktivnosti, podatki o toplotni zaznavi prostora in ukrepi, podatki o zaznavi kakovosti zraka v prostoru in ukrepi ter kot zadnji sklop podatki o svetlobni zaznavi prostora in ukrepi.

Ankete so bile narejene vzporedno z meritvami. Anketni vprašalnik je izpolnilo 47 udeležencev, od tega 2 moška (4,3 %). V posamezni igralnici so bile anketirane najmanj 0 in največ 3 osebe. Povprečna starost udeležencev je bila 35,3 leta. Izpolnjene anketne vprašalnike vsebuje Priloga B.

Na podlagi odgovorov uporabnikov prostora smo oblikovali subjektivno oceno udobja igralnic. Iz odgovorov, v katerih so uporabniki posamezno področje udobja ocenjevali z vrednostmi od -3 do $+3$, smo pridobili indeks subjektivne ocene toplotne zaznave (ang. *Thermal Sensation Vote index, TSV*). Enako smo izoblikovali še preostale indekse subjektivne zaznave udobja v prostoru: indeks subjektivne ocene temperaturne zaznave (T_{sub}), indeks subjektivne ocene zaznave vlage (RH_{sub}), indeks subjektivne ocene zaznave kakovosti zraka (IAQ_{sub}) ter indeks subjektivne ocene svetlobne zaznave (E_{sub}). Subjektivna ocena zvočnega udobja ni bila zajeta, večinoma pa so vzgojiteljice samoiniciativno opozorile na močno izpostavljenost hrupu.

Anketni vprašalnik je vseboval tudi vprašanja, ki so se nanašala na ukrepe vzgojiteljic in pomočnic v neudobnih razmerah. Na podlagi teh odgovorov smo analizirali, kateri ukrepi so bolj in kateri manj pogosti.

4.2 Subjektivna ocena udobja igralnic na podlagi anket

Na podlagi odgovorov na anketna vprašanja, ki so se nanašala na subjektivno zaznavo udobja v prostoru, smo za vsako področje udobja pridobili indekse subjektivne zaznave udobja v prostoru. Rezultati so predstavljeni v Preglednici 16, ki za vsako igralnico prikazuje pripadajoče indekse TSV , T_{sub} , RH_{sub} , IAQ_{sub} in E_{sub} .

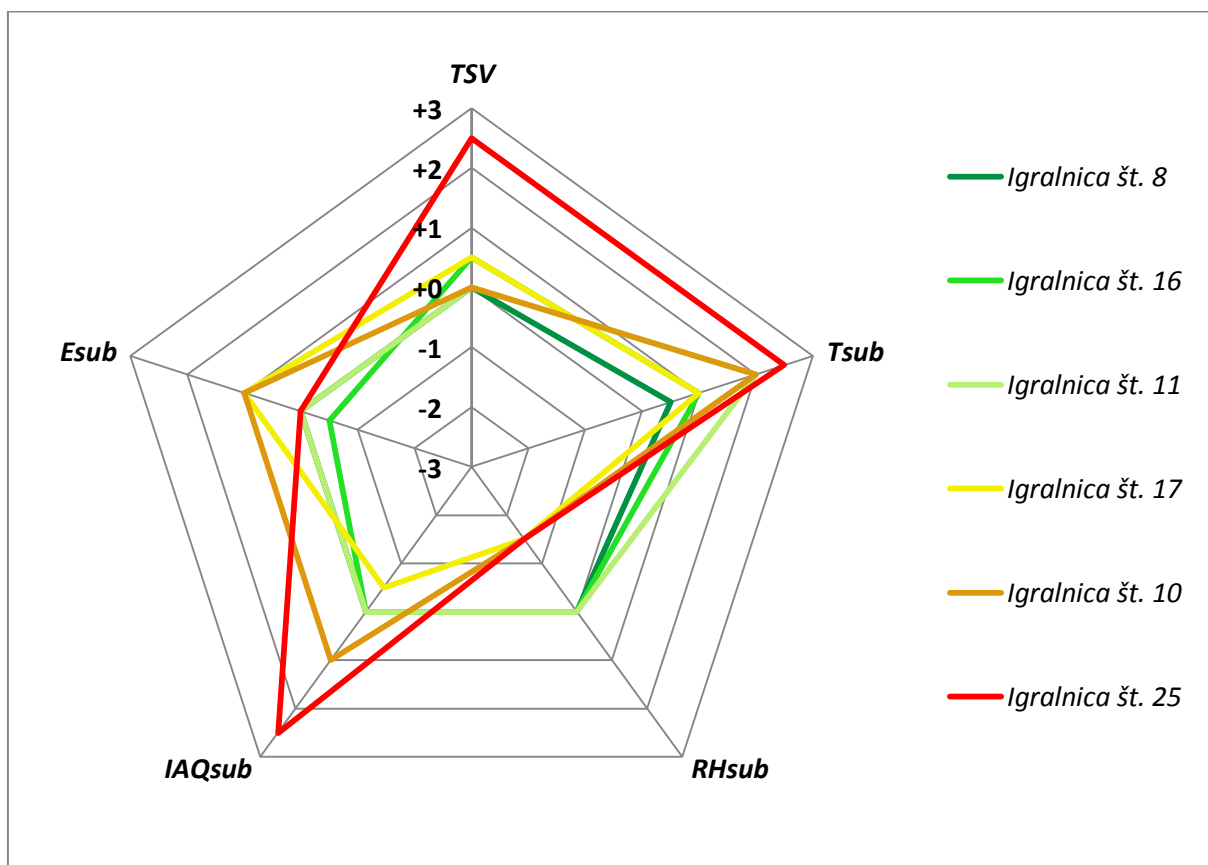
Preglednica 16: Subjektivne ocene posameznih sklopov udobja, pridobljene na podlagi anket.

Vrtec	Št. igralnice	TSV	T_{sub}	RH_{sub}	IAQ_{sub}	E_{sub}
A	1	0	-1	0	-3	+0,5
	2	0	+0,5	-0,5	+1	0
B	3	0	+2	-1	+1	0
C	4	0	+0,5	-1	+1	-0,5
D	5	+1	+2	-1	+1,5	0
	6	0	+1	-2	-1	0
	7	+1	+1	0	+1	-1
E	8	0	+0,5	0	0	0
F	9	0	+1,3	-0,3	-0,3	+0,7
G	10	0	+2	-1,5	+1	+1
	11	0	+2	0	0	0
H	12	0	+1	-0,5	-1	-0,5
I	13	0	+2	-1,5	+0,5	+1
J	14	+1	+2	0	+1,5	+1
	15	0	0	-1	0	0
K	16	+0,5	+1	0	0	-0,5
	17	+0,5	+1	-1,5	-0,5	+1
L	18	-	-	-	-	-
M	19	+0,3	+1,3	0	0	0
N	20	-	-	-	-	-
O	21	+1	+2	0	+1	0
P	22	0	+1,5	-1	+1	0
R	23	+1	+1,5	-1	+1	+1,5
	24	+0,5	+2	-1	-0,5	-0,5
S	25	+2,5	+2,5	-1,5	+2,5	0

Povprečne vrednosti vseh anket skupaj so: $TSV_{avg} = +0,4$, $T_{sub,avg} = +1,3$, $RH_{sub,avg} = -0,7$, $IAQ_{sub,avg} = +0,3$, $E_{sub,avg} = +0,2$.

V Preglednici 16 so predstavljeni rezultati subjektivnih ocen udobja v igralnicah. Povprečne vrednosti vseh anket skupaj so: $TSV_{avg} = +0,4$, $T_{sub,avg} = +1,3$, $RH_{sub,avg} = -0,7$, $IAQ_{sub,avg} = +0,3$, $E_{sub,avg} = +0,2$. Vzgojiteljice so 13 igralnic (57 %) ocenile kot toplotno udobne (igralnice št. 1–4, 6, 8–13, 15 in 22). Kot najslabšo so ocenile igralnico št. 25 z indeksom $TSV +2,5$. Glede na odgovore vzgojiteljic je bila temperatura zraka nevtralna le v igralnici št. 11, v preostalih igralnicah je bila previsoka, v igralnici št. 1 pa prenizka. Igralnica št. 25 je najbolj odstopala od nevtralne temperature z oceno $T_{sub} = +2,5$. Vlažnost je bila ocenjena kot ravno pravšnja v osmih igralnicah (št. 1, 7, 8, 11, 14, 19 in 21). V preostalih primerih je bila vlažnost igralnice ocenjena kot prenizka. Kakovost zraka je bila ocenjena kot nevtralna le v petih igralnicah (št. 8, 11, 15, 16 in 19). V 12 preostalih igralnicah so vzgojiteljice

kakovost zraka ocenile kot slabšo (bolj zatohlo) in le v šestih kot boljšo (bolj sveže). Igralnico št. 25 so vzgojiteljice ocenile kot igralnico z najbolj zatohlim zrakom ($IAQ_{sub} = +2,5$). Glede na odgovore vzgojiteljic je bila osvetljenost ravno pravnja v 11 igralnicah (št. 2, 3, 5, 6, 8, 11, 15, 19, 21, 22 in 25). Od nevtralne vrednosti je z $E_{sub} = +1,5$ najbolj odstopala igralnica št. 23. Ugotovljamo, da so vzgojiteljice zadržano izbirale odgovore, ki bi kazali na izrazito neudobne razmere.



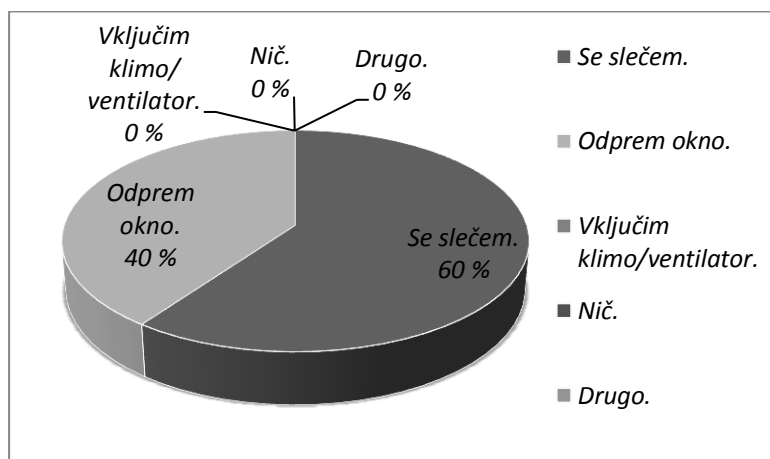
Grafikon 1: Prikaz subjektivnih ocen parametrov notranjega okolja šestih značilnih igralnic.

V Grafikonu 1 so prikazane subjektivne ocene obravnavanih parametrov notranjega okolja šestih značilnih igralnic. Obravnavali smo šest igralnic, ki so bile izbrane po naslednjem ključu: igralnica št. 8 je bila ocenjena kot najbolj udobna, igralnica št. 25 je bila ocenjena kot najbolj neudobna, igralnici št. 10 in 11 sta si bili podobni po vrednostih indeksa TSV in indeksa T_{sub} ter različni v preostalih indeksih. Enako sta si bili igralnici št. 16 in 17 podobni v indeksu TSV in T_{sub} ter različni v preostalih parametrih. Subjektivne ocene igralnice št. 8 so bile najbolj približane nevtralni, udobni vrednosti 0, kjer je rahlo odstopala le T_{sub} z vrednostjo +0,5 (nevtralno–delno toplo). Igralnica št. 25 je bila v vseh pogledih, razen z vidika osvetljenosti, ocenjena kot najslabša, z ocenami TSV , T_{sub} in IAQ_{sub} kar +2,5 (vroče–prevroče, toplo–vroče in zatohlo–zelo zatohlo). Igralnici št. 10 in 11 sta imeli enak indeks TSV (0, udobno) in T_{sub} (+2, toplo). Razlikovali sta se v vrednosti RH_{sub} , igralnica št. 10 z -1,5 (rahlo suho–suho) in igralnica št. 11 z 0 (ravno prav vlažno). Tudi kakovost notranjega zraka je bila ocenjena različno. V igralnici št. 11 so vzgojiteljice kakovost zraka ocenile kot nevtralno (0), v igralnici št. 10 pa kot rahlo zatohlo (+1). Igralnica št. 10 je bila ocenjena kot rahlo svetla (+1), igralnica št. 11 pa kot ravno prav svetla (0). Podobno smo primerjali še igralnici št. 16 in 17. Njune lastnosti so: enak indeks TSV (+0,5, udobno–toplo), enaka ocena T_{sub} (+1, delno toplo), različna ocena RH_{sub} (0, ravno prav, igralnica št. 16 in -1,5, rahlo suho–suho, št. 17), različna ocena IAQ_{sub} (0, nevtralno, igralnica št. 16 in

–1, nevtralnó–rahlo sveže, št. 17) in različna ocena E_{sub} (–0,5, ravno prav–rahlo temno, igralnica št. 16 in +1, rahlo svetlo št. 17).

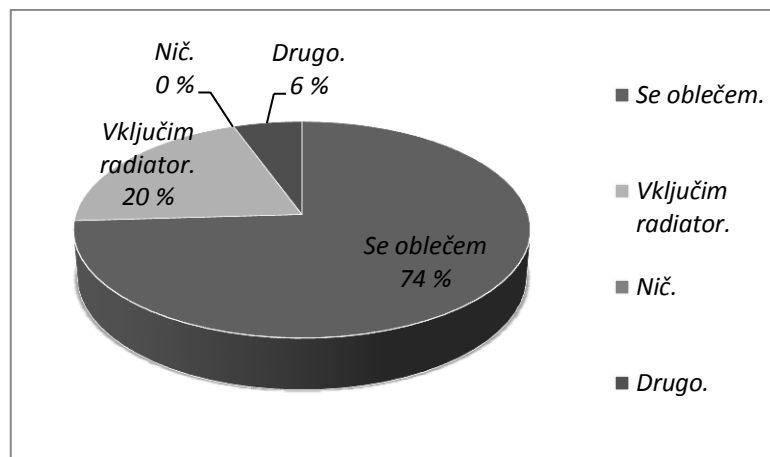
4.3 Analiza ukrepov vzgojiteljic v neudobnih razmerah na podlagi anket

Kako vzgojiteljice in njihove pomočnice ukrepajo ob neudobnih razmerah (ob neudobnem notranjem okolju), je zelo pomemben podatek. Če parametri kakovosti notranjega okolja niso avtomatsko nadzorovani, je edini način za popravo notranjih razmer ročno uravnavanje. Problem nastane, če vzgojiteljice ali pomočnice niso pozorne na kakovost notranjega udobja oz. so slabo ozaveščene o zdravem bivalnem okolju. Hkrati je treba poudariti, da so nekateri parametri udobja težko subjektivno določljivi (predvsem kakovost notranjega zraka in relativna vlažnost). Vzgojiteljice so edine, ki imajo vsaj delen nadzor nad parametri udobja – odpiranje/zapiranje oken, prižiganje/ugašanje luči ipd. V Grafikonih 2–7 so prikazani rezultati anketnih vprašanj, ki so se navezovali na neudobne razmere v igralnicah. Nekatere vzgojiteljice so izbrale tudi več kot en odgovor, spet druge na določeno vprašanje niso odgovarjale. V nadaljevanju so predstavljeni ukrepi vzgojiteljic v neudobnih razmerah posameznih področij udobja.



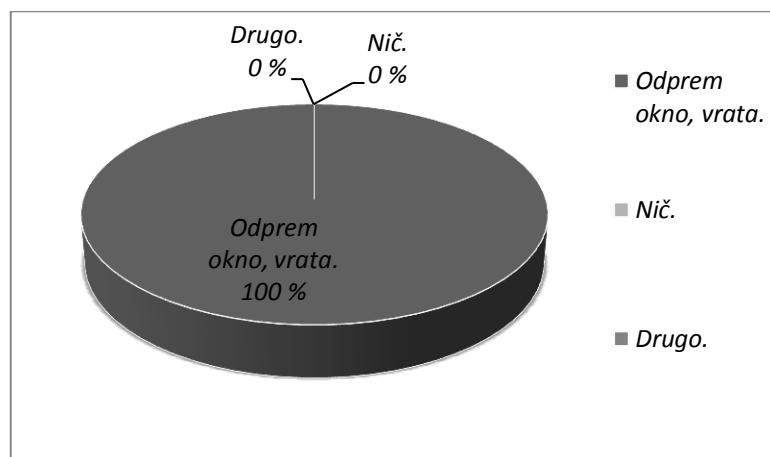
Grafikon 2: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici prevroče?« (N = 70; »Se slečem.« = 42, »Odprem okno.« = 28, »Vključim klimo/ventilator.« = 0, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0).

V Grafikonu 2 so predstavljeni ukrepi vzgojiteljic in pomočnic v primeru toplotnega neudobja, natančneje, ko je v igralnici prevroče. Najpogostejši ukrep je s 60 % »Se slečem.«, ki je najenostavnejši in najhitrejši. Takšen ukrep je individualen in vpliva le na udobje vzgojiteljic. V tem primeru otroci brez posredovanja vzgojiteljice ostanejo v enakem, neudobnem okolju. Če bi hoteli izboljšati udobje za vse uporabnike prostora, bi morale vzgojiteljice v takšni situaciji otrokom zagotoviti možnost za uravnavanje izolativnosti obleke (toplotnega upora obleke). Spreminjanje obleke je sicer v kombinaciji z odpiranjem oken lahko zelo učinkovit ukrep. Drugi najpogostejši odgovor je s 40 % »Odprem okno.«. Odpiranje oken z namenom znižati temperaturo zraka v prostoru je učinkovit ukrep, ki pa je močno odvisen od zunanjih vremenskih razmer (temperatura zraka, padavine ...) in zato ni vedno mogoč. Glede na rezultate anket vzgojiteljice v nobenem primeru, ko jim je prevroče, ne vključijo klime ali ventilatorja. V nekaj primerih je morda vzrok neopremljenost igralnic s klimatsko napravo. Odgovorov »Nič.« in »Drugo.« ni izbrala nobena od vzgojiteljic.



Grafikon 3: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici prehladno?« Pri čemer so pod odgovor drugo navedli: »Ni nikoli.« in »Pospešim gibanje.« (N = 54; »Se oblečem.« = 40, »Vključim radiator.« = 11, »Drugo.« = 3, »Nič.« = 0).

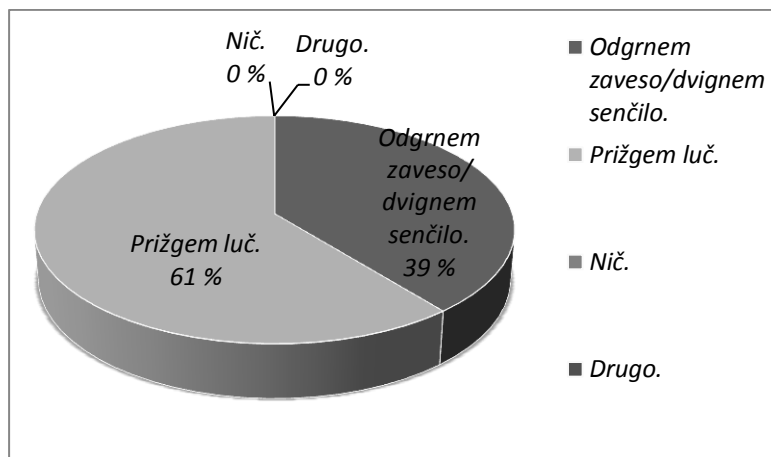
V Grafikonu 3 so predstavljeni ukrepi vzgojiteljic in pomočnic, kadar je v igralnici prehladno. Podobno kot v prevročem tudi v prehladnem okolju vzgojiteljice najpogosteje izberejo ukrep spreminjanja izolativnosti obleke, saj je najpogostejši odgovor s 74 % »Se oblečem.«. Kot omenjeno, je takšen ukrep individualen in ne izboljša razmer za vse uporabnike prostora. Z 20 % sledi odgovor »Prižgem radiator.«, s 6 % odgovor »Drugo.« ter z 0 % odgovor »Nič.« (Grafikon 3).



Grafikon 4: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko se vam zrak v igralnici zdi zatohel?« (N = 47; »Odprem okno, vrata.« = 47, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0).

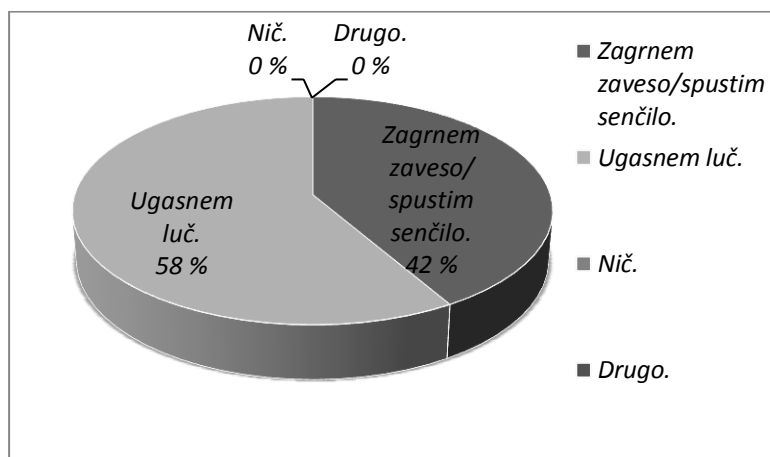
Grafikon 4 prikazuje pogostost odgovorov na vprašanje o kakovosti zraka v igralnici. V primeru zatohlega zraka je edini ukrep, ki so ga vzgojiteljice izbrale s 100 % »Odprem okno, vrata.«. Odpiranje oken in vrat je, kadar v stavbi ni sistema za mehansko prezračevanje, tudi edini možni ukrep za izboljšanje kakovosti zraka.

Grafikoni 5, 6 in 7 prikazujejo pogostost ukrepov vzgojiteljic ob neudobnih svetlobnih razmerah.



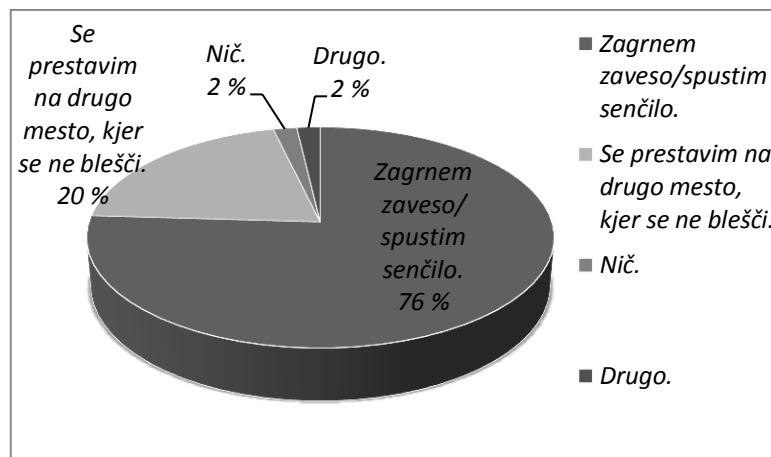
Grafikon 5: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici pretemno?« (N = 69; »Prižgem luč.« = 42, »Odgrnem zaveso/dvignem senčilo.« = 27, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0).

Če je igralnica pretemna (Grafikon 5), je najpogostejši ukrep z 61 % »Prižgem luč.«, temu pa z 39 % sledi »Odgrnem zaveso/dvignem senčilo.« Če je prostor pretemen, bi bilo bolj smiselno najprej odstraniti senčila, in če vizualno okolje še vedno ni ustrezno, prižgati še luč. S takšnim zaporedjem ukrepov bi otrokom in zaposlenim zagotovili ustrezno količino dnevne svetlobe in hkrati zmanjšali porabo energije za razsvetljavo. Odgovorov »Nič.« in »Drugo.« ni izbrala nobena od vzgojiteljic.



Grafikon 6: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici presvetlo?« (N = 65; »Ugasnem luč.« = 38, »Zagnem zaveso/spustim senčilo.« = 27, »Nič.« = 0, »Drugo.« = 0).

Kadar je igralnica presvetla (Grafikon 6), je najpogostejši ukrep z 58 % »Ugasnem luč.«, temu pa z 42 % sledi »Zagnem zaveso/spustim senčilo.« Bolj zdravo in učinkovito glede rabe energije bi bilo v tem primeru ugasniti luči, preden zastiramo senčila. Odgovorov »Nič.« in »Drugo.« ni izbrala nobena od vzgojiteljic.



Grafikon 7: Pogostost odgovorov na vprašanje: »Kaj največkrat storite, ko se vam v igralnici blešči?« Pri čemer so kot odgovor drugo navedli: »Se ne blešči, ker ima igralnica malo dnevne svetlobe.« (N = 54; »Zagnem zaveso/spustim senčilo.« = 41, »Se prestavim na drugo mesto, kjer se ne blešči.« = 11, »Nič.« = 1, »Drugo.« = 1).

Bleščanje je oblika svetlobnega neudobja, ki se pojavi pri visokih vrednostih osvetljenosti (E_e) v vidnem polju. Najpogostejši ukrep ob bleščanju (Grafikon 7) je bil s 76 % »Zagnem zaveso/spustim senčilo.«, nato pa z 20 % »Se prestavim na drugo mesto, kjer se ne blešči.«. Ena od vzgojiteljic je odgovorila, da ko se ji blešči, ne stori nič. Druga vzgojiteljica pa, da se ji nikoli ne blešči, saj ima igralnica malo dnevne svetlobe (igralnica št. 17).

Z anketnim vprašanjem št. 16 smo vzgojiteljice in pomočnice spraševali, ali je po njihovem mnenju v danem trenutku v igralnici dovolj dnevne svetlobe. 8 izmed njih (17 %) jih je odgovorilo, da ima igralnica premalo dnevne svetlobe (igralnice št. 7, 10, 12, 17, 19 in 23).

»Ta stran je namenoma prazna«

5 INTEGRALNA OCENA UDOBJA (RAZPRAVA)

5.1 Primerjava parametrov posameznih področij udobja med izbranimi igralnicami

Zaradi izredno heterogenih rezultatov meritev v posameznih igralnicah je težko izločiti vse motilne parametre. Zato smo igralnice, ki smo jih medsebojno primerjali, izbrali na podlagi njihovih posebnosti. Za lažjo in nazornejšo primerjavo parametrov udobja v izbranih igralnicah smo za vsako področje udobja primerjali igralnice, ki so bile specifične na nekem področju. V naslednjih podpoglavjih so primerjave parametrov toplotnega, svetlobnega udobja, kakovosti notranjega zraka in zvočnega udobja v različnih igralnicah.

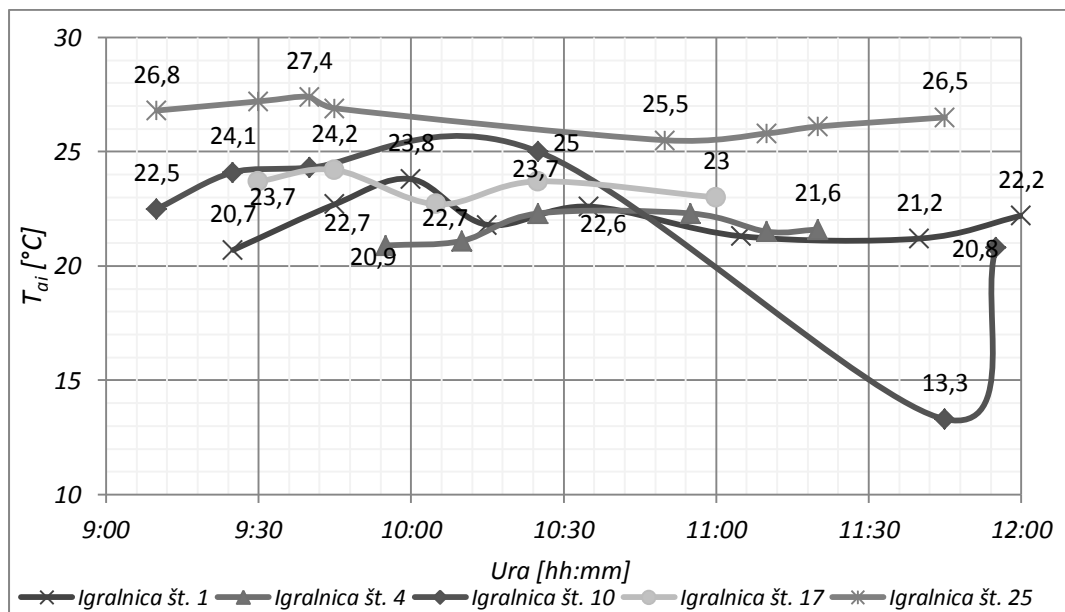
5.1.1 Primerjava parametrov toplotnega udobja

Primerjavo parametrov toplotnega udobja smo opravili v petih izbranih igralnicah. V Preglednici 17 so za vsako igralnico opisane njene karakteristike (starost objekta, prostornina igralnice (V), površina igralnice (S), število otrok v igralnici, posebne izmerjene vrednosti parametrov).

Preglednica 17: Igralnice, vključene v primerjavo parametrov toplotnega udobja in njihove posebnosti.

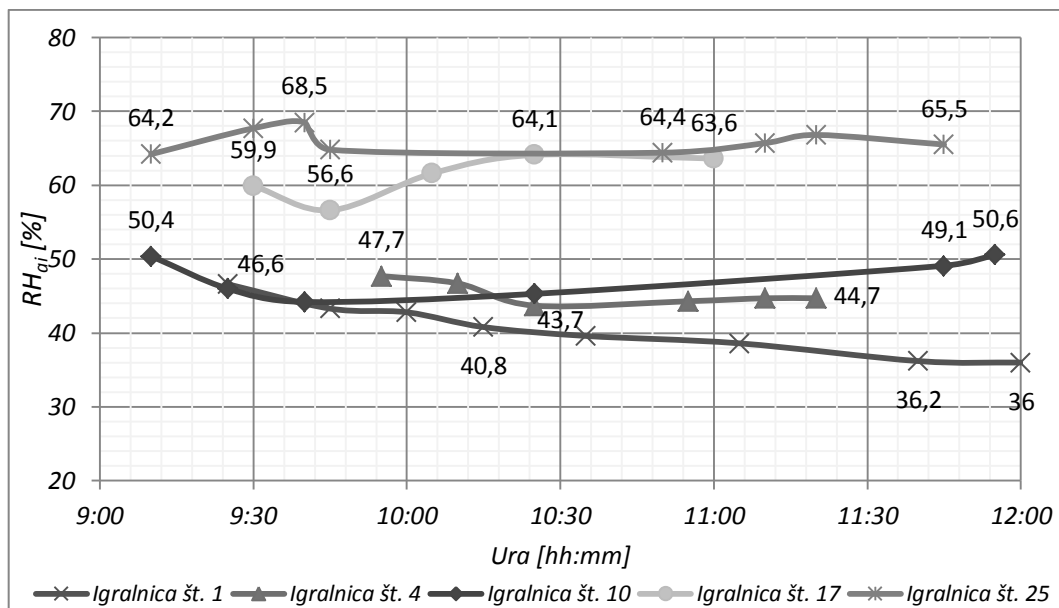
Vrtec	Št. igralnice	Posebnosti, lastnosti igralnice
A	1	Nadpovprečna starost objekta, podpovprečni V in S igralnice, podpovprečno št. otrok v igralnici, velike v_{ai} .
C	4	Najstarejši objekt, povprečna V in podpovprečna S igralnice, podpovprečno št. otrok v igralnici, najnižja $T_{ai,pov}$ in najmanjša v_{ai} .
G	10	Povprečna starost objekta, nadpovprečna V in povprečna S igralnice, podpovprečno št. otrok v igralnici, najnižja izmerjena T_{ai} , majhne v_{ai} .
K	17	Povprečna starost objekta, nadpovprečni V in S igralnice, nadpovprečno št. otrok v igralnici, največja izmerjena v_{ai} .
S	25	Novejši objekt, pasivni vrtec, povprečni V in S igralnice, povprečno št. otrok v igralnici, najvišji izmerjeni T_{ai} in RH_{ai} .

V grafikonih 8–10 so predstavljeni časovni poteki (od 9. do 12. ure) vrednosti T_{ai} , RH_{ai} in v_{ai} v izbranih igralnicah.



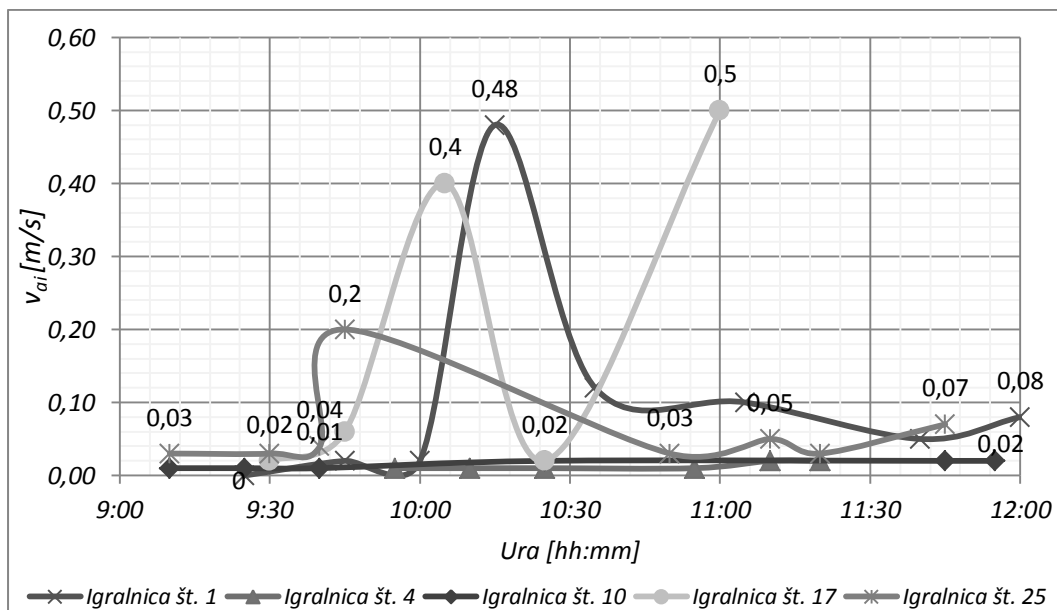
Grafikon 8: Temperatura notranjega zraka T_{ai} [°C] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah.

V Grafikonu 8 je prikazan značilen profil T_{ai} v petih izbranih igralnicah. Temperatura zunanjega zraka ($T_{ae,avg}$) se je od primera do primera razlikovala. Pri naravnem prezračevanju vzgojiteljice nimajo nadzora nad temperaturo vhodnega zraka in lahko kontrolirajo le čas in način odpiranja oken. Zaradi omenjenih dejstev se pri naravnem prezračevanju lahko temperatura nenadoma zniža ali pride do nihanja temperature zraka, vidnega v Grafikonu 8. Lep primer je npr. igralnica št 17, v kateri so bila med meritvami okna nekaj časa odprta na ventus, vendar se zaradi višjih zunanjih temperatur ($T_{ae,avg} = 19,4$ °C) T_{ai} ni pretirano spreminjala. Nasprotno so bila okna v igralnici št. 10 odprta približno 45 minut (od 11.00 do 11.45). V tem primeru je bila nižja tudi $T_{ae,avg} = 5,4$ °C, kar je vidno vplivalo na znižanje T_{ai} . V igralnici št. 10 je bil izmerjen največji padec temperature zraka. Temperatura zraka se je spustila na le 13,3 °C. Vzrok za to je bilo prezračevanje: medtem ko so otroci ob 10.45 odšli na zunanje igrišče, so vzgojiteljice igralnico prezračile. Tudi v primeru igralnice št. 1 ($T_{ae,avg} = 8,6$ °C) in št. 4 ($T_{ae,avg} = 2,6$ °C) so bile temperature zunanjega zraka nižje. $T_{ae,avg}$, kar bi ob prezračevanju lahko povzročilo padec temperature zraka. V igralnici št. 1 je bilo med meritvami nekajkrat za kratek čas odprto okno na ventus, vendar zaradi kratkotrajnosti to ni bistveno vplivalo na T_{ai} . V igralnici št. 4 so bila nekaj časa odprta le notranja vrata, zaradi česar v Grafikonu 8 nismo ugotovili bistveno velikih sprememb T_{ai} . V igralnici št. 25 je bila izmerjena najvišja temperatura zraka 27,4 °C. Takrat je bila izmerjena tudi najvišja temperatura zunanjega zraka $T_{ae,avg} = 29,7$ °C. Okna v igralnici št. 25 so bila ves čas zaprta, delovalo je mehansko prezračevanje. Igralnici št. 10 in 25 nista izpolnjevali zakonskih zahtev. Temperatura zraka v preostalih izbranih igralnicah je bila ves čas meritev znotraj dovoljenih mej.



Grafikon 9: Relativna vlažnost notranjega zraka RH_{ai} [%] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah.

V Grafikonu 9 je prikazan značilen profil RH_{ai} v petih izbranih igralnicah. V igralnicah št. 1, 10 in 17 je bilo med meritvami nekaj časa odprto okno, v igralnici št. 25 pa nikoli. V igralnici št. 4 so bila nekaj časa odprta le notranja vrata. Največji padec relativne vlažnosti zraka v okviru meritev v izbranih igralnicah smo izmerili v igralnici št. 1. Vzrok za padec bi lahko bilo segrevanje vtočnega zunanega zraka, v katerem se v absolutnem smislu zadržuje manjša količina vlage. V preostalih igralnicah je bila RH_{ai} večinoma konstantna. Najvišja $RH_{ai} = 68,5\%$ je bila izmerjena v igralnici št. 25, ki je v novejši stavbi z mehanskim prezračevanjem. Zanimivo je, da je bila $RH_{ae,avg}$ v času meritev v igralnici št. 25 $53,6\%$, kar je manj, kot $RH_{ai,avg}$, ki je znašala $66,0\%$. V igralnicah št. 1 in 4, ki sta v starejših stavbah, smo izmerili nižje vrednosti RH_{ai} . V igralnicah št. 10 in 17 je RH_{ai} po zaprtju večine oken nenehno nekoliko naraščala. Najverjetnejši vzrok za rast je dihanje uporabnikov, ki v zrak sproščajo vlago. Pri igralnici št. 10 se od 10.45 dalje RH_{ai} zaradi ohlajanja zraka (hladen zrak lahko zadrži manj vlage kot topel) povečuje. Igralnice št. 1, 17 in 25 niso izpolnjevale zakonskih zahtev. RH_{ai} je bila v igralnicah št. 4 in 10 ves čas meritev znotraj dovoljenih mej.



Grafikon 10: Hitrosti gibanja zraka v_{ai} [m/s] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah.

V Grafikonu 10 je prikazan značilen potek v_{ai} v petih izbranih igralnicah. V dveh izmed njih (igralnica št. 1 in 17) smo izmerili zelo visoke vrednosti v_{ai} (do 0,5 m/s), ki so zunaj dovoljenih mej. Pri igralnici št. 17 so za visoke vrednosti vzrok odprta zunanja in notranja vrata, kar je povzročilo večjo infiltracijo zunanjega zraka. Pri igralnici št. 1 pa je bilo odprto okno na ventus. Hkrati je igralnica št. 1 v starejši stavbi, kjer je infiltracija zunanjega zraka zaradi netesnih stikov večja. Najnižje in bolj konstantne vrednosti v_{ai} , kljub temu da so bila nekaj časa med meritvami odprta vrata igralnice, so bile izmerjene v igralnici št. 4. Tudi v igralnici št. 10 smo izmerili večinoma konstantne vrednosti v_{ai} . V igralnici št. 25 ob 9.45 opazimo skok v_{ai} na 0,2 m/s. V istem trenutku je opaziti tudi padec T_{ai} in RH_{ai} , kar je razvidno v Grafikonih 8 in 9. Omenjeno kaže na to, da se je v danem trenutku vključilo mehansko prezračevanje, pozneje pa izključilo.

Med primerjavo parametrov toplotnega udobja v izbranih igralnicah smo opazili zelo zanimiv vzorec odpiranja oken. V eni izmed njih (igralnica št. 4) vzgojiteljice igralnice niso nikoli prezračile (odprle so le notranja vrata). Igralnico št. 10 so vzgojiteljice v času meritev prezračile le enkrat – ko so otroci odšli na zunanje igrišče. V obeh primerih so bile temperature zunanjega zraka nizke, v primeru igralnice št. 4 je zunaj tudi snežilo. V dveh izmed izbranih igralnic so vzgojiteljice prostor zračile z odpiranjem oken na ventus (igralnici št. 1 in 17). Igralnico št. 17 so zračile z odpiranjem oken v rednih časovnih presledkih, saj je bila zunanja temperatura zraka sprejemljiva. V igralnici št. 25 se je mehansko prezračevanje v času meritev vključilo le enkrat. Na podlagi rezultatov meritev je mogoče ugotoviti, da so vzgojiteljice igralnice zračile le ob višjih temperaturah zunanjega zraka in ob primernem vremenu (ko ni bilo padavin).

5.1.2 Primerjava parametrov svetlobnega udobja




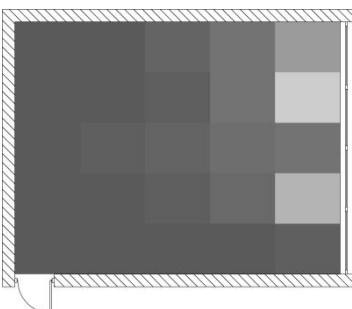

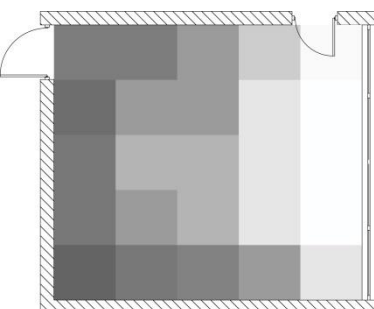


Parametre svetlobnega udobja smo primerjali med štirimi izbranimi igralnicami. V Preglednici 18 so za vsako igralnico opisane njene karakteristike (starost objekta, orientacija objekta, površina igralnice (S), površina svetlobnih odprtih (S_{sv}), slojnost stekel, posebne izmerjene vrednosti parametrov).

Preglednica 18: Igralnice, upoštevane pri primerjavi parametrov svetlobnega udobja in njihove posebnosti.

Vrtec	Št. igralnice	Posebnosti, lastnosti igralnice
E	8	Nadpovprečna starost objekta, zahodna orientacija, podpovprečna S igralnice, najmanjša S_{sv} , škatlasto okno z dvoslojno zasteklitvijo.
K	17	Povprečna starost objekta, jugovzhodna orientacija, lega igralnice v polkletnem prostoru, nadpovprečna S igralnice, povprečna S_{sv} , dvoslojna zasteklitev.
L	18	Povprečna starost objekta, južna orientacija, povprečna S igralnice, največja S_{sv} , nadsvetlobne odprtine, dvoslojna zasteklitev.
R	23	Povprečna starost objekta, južna orientacija, nadpovprečna S igralnice, podpovprečna S_{sv} , dvoslojna zasteklitev, najnižja izmerjena $E_{i,pov}$.

V Preglednici 19 so predstavljeni tlorisi izbranih igralnic, na katerih je na podlagi barvne lestvice grafično prikazana osvetljenost prostora z dnevno svetlobo. Pri vsaki od izbranih igralnic je tudi fotografija prostora.

Preglednica 19: Primerjava med parametri svetlobnega udobja v štirih izbranih igralnicah.

Št. igralnice	Fotografija igralnice	Osvetljenost igralnice	$E_{i,min}/E_{i,avg}$																																				
8		 $E_{i,avg} = 74 \text{ lx}$	0,30																																				
17		 $E_{i,avg} = 97 \text{ lx}$	0,23																																				
18		 $E_{i,avg} = 521 \text{ lx}$	0,14																																				
23		 $E_{i,avg} = 44 \text{ lx}$	0,16																																				
Barvna lestvica: osvetljenost v luksih [lx]	<table border="1"> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0-20</td> <td>20-40</td> <td>40-60</td> <td>60-80</td> <td>80-100</td> <td>100-120</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>120-140</td> <td>140-160</td> <td>160-180</td> <td>180-200</td> <td>200-300</td> <td>300-400</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>400-500</td> <td>500-750</td> <td>750-1000</td> <td>1000-1250</td> <td>1250-1500</td> <td>E >1500</td> </tr> </tbody> </table>									0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120							120-140	140-160	160-180	180-200	200-300	300-400							400-500	500-750	750-1000	1000-1250	1250-1500	E >1500
0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120																																		
120-140	140-160	160-180	180-200	200-300	300-400																																		
400-500	500-750	750-1000	1000-1250	1250-1500	E >1500																																		

Igralnica št. 8 je slabše dnevno osvetljena ($E_{i,avg} = 74$ lx). Vzroki so izredno majhen delež odprtih (9,1 %), škatlasto okno in oblačno vreme ($E_{ZNT} = 9084$ lx). Osvetljenost zmanjšujejo tudi listi papirja, pritrjeni na okensko steklo. Zaradi škatlastega okna je prepustnost stekel za dnevno svetlobo slabša, $LT = 0,599$. Kot običajno osvetljenost z globino prostora močno pada.

Igralnica št. 17 je slabše osvetljena z dnevno svetlobo ($E_{i,avg} = 97$ lx). Vzroki so polkletna lega igralnice, armiranobetonski nadstrešek in oblačno vreme ($E_{ZNT} = 7010$ lx). Prilepljen plakat na srednjem delu oken igralnice št. 17 osvetljenost še poslabša, kar je na sliki o osvetljenosti igralnice v Preglednici 19 lepo razvidno. Delež svetlobnih odprtih glede na tlorisno površino je 28,7 %. Kot običajno osvetljenost z globino prostora močno pada (22–461 lx). Prepustnost stekel za dnevno svetlobo je sorazmerno visoka, $LT = 0,773$. Posledično je enakomernost osvetljenosti slabša, saj faktor LT tik ob odprtini na osvetljenost vpliva močneje kot v globini prostora (Pajek, 2012).

Igralnica št. 18 je primer dobre prakse, saj je edina, ki je imela poleg običajnih oken tudi nadsvetlobne odprtine na steni nasproti glavnih oken. Okna z nadsvetlobo izboljšajo distribucijo dnevne svetlobe po globini prostora, kar je na sliki o osvetljenosti igralnice št. 18 v Preglednici 19 lepo razvidno. Igralnica št. 18 je imela tudi največji delež odprtih, glede na tlorisno površino (49,0 %). Kljub oblačnemu vremenu ($E_{ZNT} = 6150$ lx) je distribucija svetlobe zelo zadovoljiva. K dobri osvetljenosti ($E_{i,avg} = 521$ lx) pripomore tudi dobra prepustnost stekel za dnevno svetlobo ($LT = 0,782$). Je pa zaradi omenjenega, podobno kot pri igralnici št. 17, enakomernost osvetljenosti nekoliko slabša.

Igralnica št. 23 je igralnica z najnižjo izmerjeno povprečno osvetljenostjo ($E_{i,avg} = 44$ lx). Vzroki za to so nizek delež odprtih (22,8 %), spuščene žaluzije na krajnih oknih, zelo nizka prepustnost stekel za dnevno svetlobo $LT = 0,586$ in oblačno vreme ($E_{ZNT} = 4321$ lx).

Osebe se pomena dnevne osvetljenosti ne zaveda dovolj, kar se kaže predvsem ob dejstvu, da na okenska stekla pritrjujejo risbe in podobne predmete.

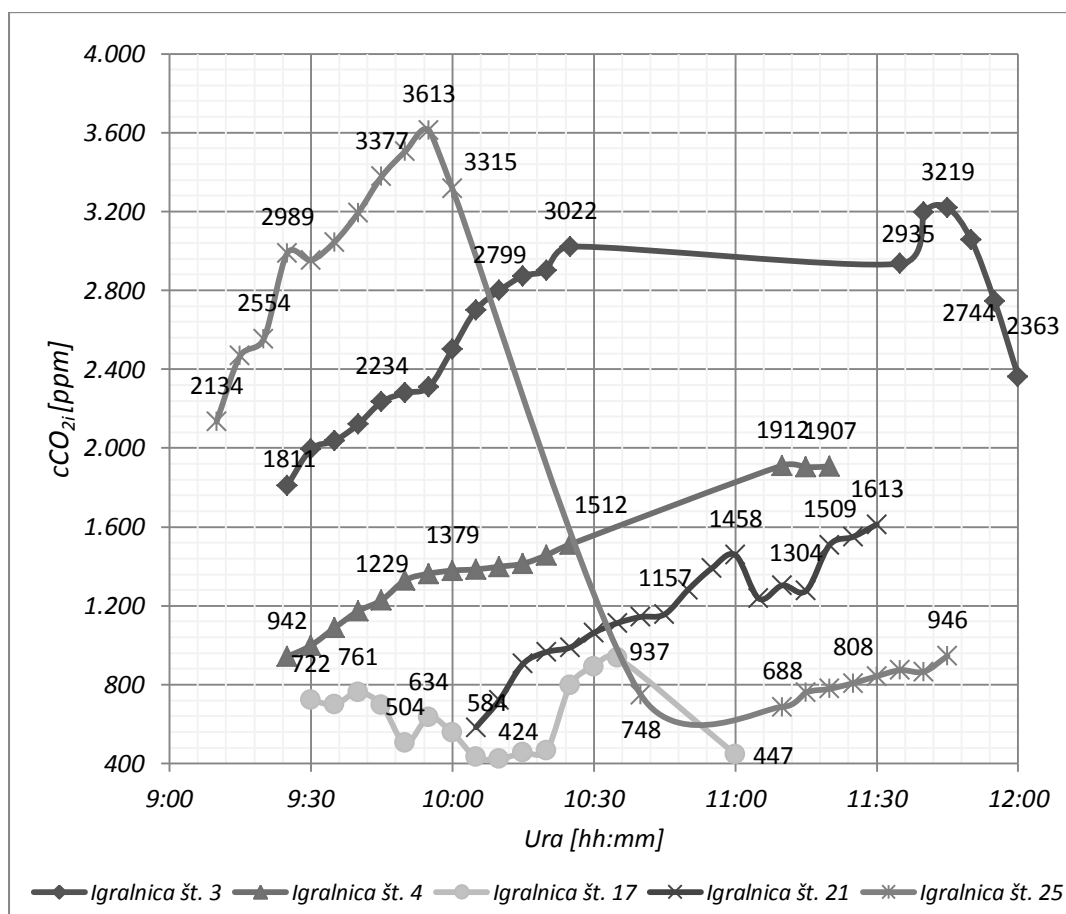
5.1.3 Primerjava parametrov kakovosti notranjega zraka

Parametre kakovosti notranjega zraka smo primerjali med petimi izbranimi igralnicami. V Preglednici 20 so za vsako igralnico opisane njene karakteristike (starost objekta, prostornina igralnice (V), število otrok v igralnici, način prezračevanja, posebne izmerjene vrednosti parametrov).

Preglednica 20: Igralnice, zajete v primerjavo parametrov kakovosti notranjega zraka in njihove posebnosti.

Vrtec	Št. igralnice	Posebnosti, lastnosti igralnice
B	3	Podpovprečna starost objekta, nadpovprečni V igralnice, nadpovprečno št. otrok v igralnici, naravno prezračevanje, najvišja $cCO_{2i,avg}$.
C	4	Najstarejši objekt, povprečna V igralnice, podpovprečno št. otrok v igralnici, naravno prezračevanje.
O	17	Povprečna starost objekta, nadpovprečni V igralnice, nadpovprečno št. otrok v igralnici, naravno prezračevanje, najnižja $cCO_{2i,avg}$.
K	21	Nadpovprečna starost objekta, pasivni vrtec, podpovprečni V igralnice, nadpovprečno št. otrok v igralnici, mehansko prezračevanje.
S	25	Novejši objekt, pasivni vrtec, povprečni V igralnice, povprečno št. otrok v igralnici, mehansko prezračevanje, najvišja izmerjena $cCO_{2i,max}$.

V Grafikonu 11 je predstavljen časovni potek (od 9. do 12. ure) vrednosti cCO_{2i} v izbranih igralnicah.

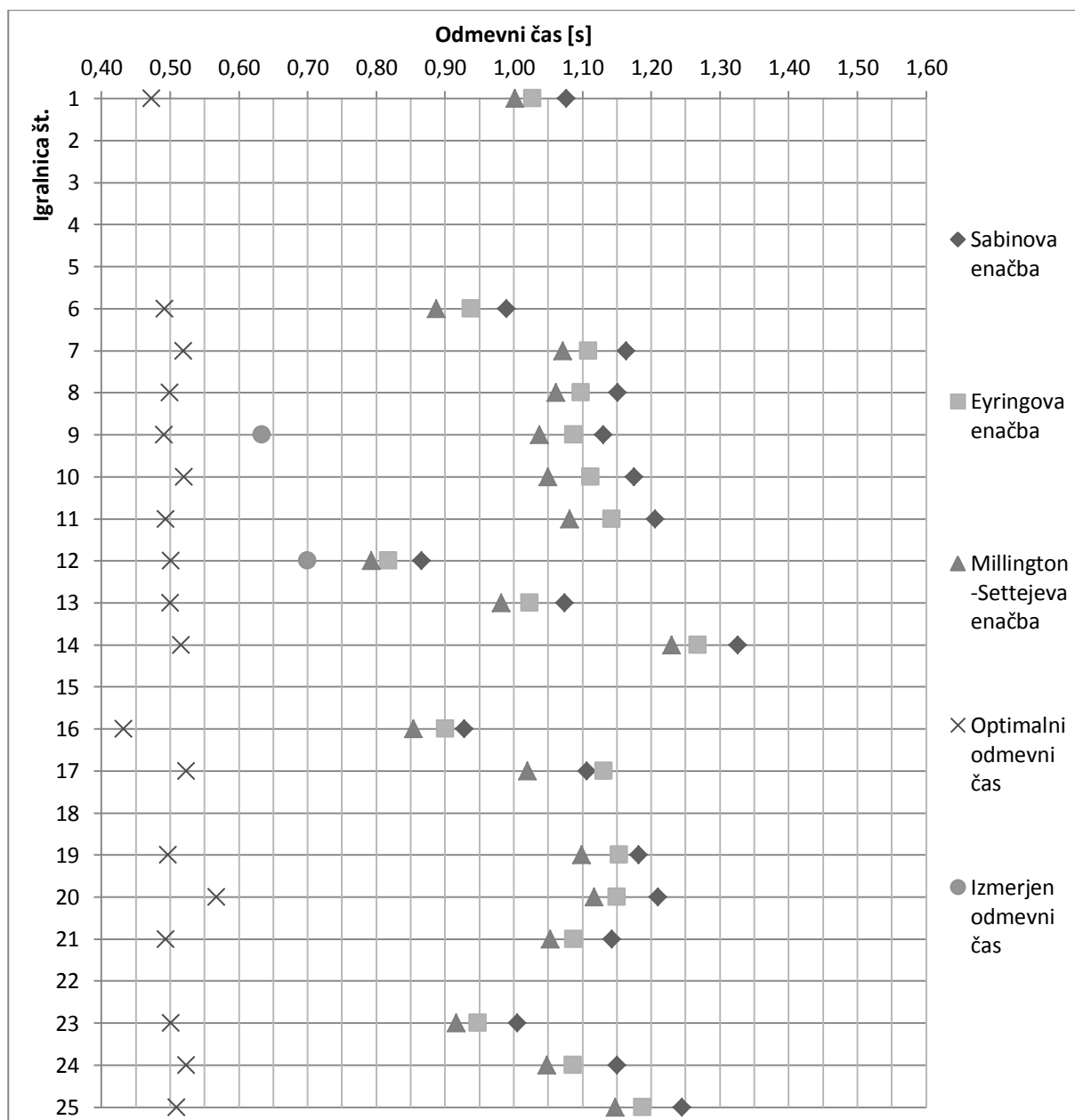


Grafikon 11: Koncentracija ogljikovega dioksida cCO_{2i} [ppm] v odvisnosti od časa v petih izbranih igralnicah.

Grafikon 11 ponazarja smernice poteka cCO_{2i} v notranjem zraku petih značilnih igralnic. cCO_{2i} je v treh izmed njih (št. 3, 4 in 25) presegla dovoljeno vrednost po pravilniku, 1667 ppm (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02). V igralnici št. 3 je bila cCO_{2i} ves čas meritev nad dovoljeno vrednostjo, malenkost se je znižala le, ko je vzgojiteljica za kratek čas odprla okno ali vrata (ob 10:30). Vzgojiteljice v igralnici št. 25 so poudarile problem s prezračevanjem, ki je mehansko in časovno tempirano. Težava je v tem, da prezračevanje nekaj časa deluje, nato pa se izključi in spet vključi šele po določenem času. Pojav je lepo viden v Grafikonu 11. Na začetku meritev cCO_{2i} doseže skrb vzbujajočo visoko vrednost (3613 ppm), nato pa se zniža na zelo zadovoljivo vrednost (748 ppm). Omenjeno je moč povezati z ugotovitvijo v poglavju 5.1.1, kjer smo sklepali, da se ob 9.45 vključi mehansko prezračevanje. Pozneje se koncentracija spet začne višati in doseže vrednost 946 ppm. Na igralnico št. 21 smo opozorili zaradi skoraj ves čas naraščajoče cCO_{2i} , kljub temu da so bila vmes nekaj časa odprta notranja vrata. Prezračevanje je mehansko. Vzgojiteljici sta poudarili dejstvo: »Ob odprtju vrta in še vedno vsak ponedeljek je kakovost zraka katastrofalna.« V igralnici št. 4 je bila kakovost zraka sprva zadovoljiva, nato pa je po eni uri in pol presegla dovoljeno vrednost 1667 ppm (v času meritev so bila odprta le notranja vrata igralnice). Povsem drugačna situacija je bila v igralnici št. 17, kjer je bila cCO_{2i} ves čas meritev znotraj dovoljenih (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02) in tudi znotraj priporočenih meja (EN 15251:2007). V igralnici št. 17 so bila med meritvami nekaj časa odprta okna na ventus (ob 10.20 večino zaprejo, kar se v Grafikonu 11 odraža v porastu cCO_{2i} , ob 10.35 okna spet odprejo). Rezultati kažejo, da je za zagotavljanje ustrezne kakovosti notranjega zraka potrebno učinkovito in zavestno prezračevanje, saj so kljub delno odprtim oknom in celo v primerih, kjer je bilo prezračevanje mehansko, koncentracije CO_2 večinoma ostale nad dovoljeno mejo.

5.1.4 Primerjava parametrov zvočnega udobja

Parametre zvočnega udobja smo primerjali med vsemi igralnicami. V primerjavo smo zajeli le izračunane in izmerjene odmevne čase. Grafikon 12 predstavlja izračunane čase po Sabinovi, Eyringovi in Millington-Settejevi enačbi ter optimalni odmevni čas igralnice. Pri igralnicah št. 9 in 12 sta prikazana tudi izmerjena odmevna časa.



Grafikon 12: Izračunani (Eyringova, Sabinova in Millington-Settejeva enačba), optimalni ter izmerjeni odmevni časi analiziranih igralnic.

V vseh primerih je izračunan odmevni čas najkrajši po Millington-Settejevi enačbi. V večini primerov sledi odmevni čas, izračunan po Eyringovi enačbi in nato po Sabinovi, ki je najdaljši. Najdaljši odmevni čas je bil izračunan v igralnici št. 14 ($T_s = 1,33$ s), najkrajši pa v igralnici št. 12 ($T_{M-S} = 0,79$ s). V nobeni igralnici ni zagotovljen T_{opt} in je večinoma presežen približno za faktor 2. Izmerjena odmevna časa igralnic št. 9 in 12 sta krajša od izračunanih vrednosti, toda še vedno daljša od T_{opt} . Na skrajšanje odmevnega časa ugodno vpliva tudi spuščeni strop (»armstrong«) v igralnicah št. 12, 16 in

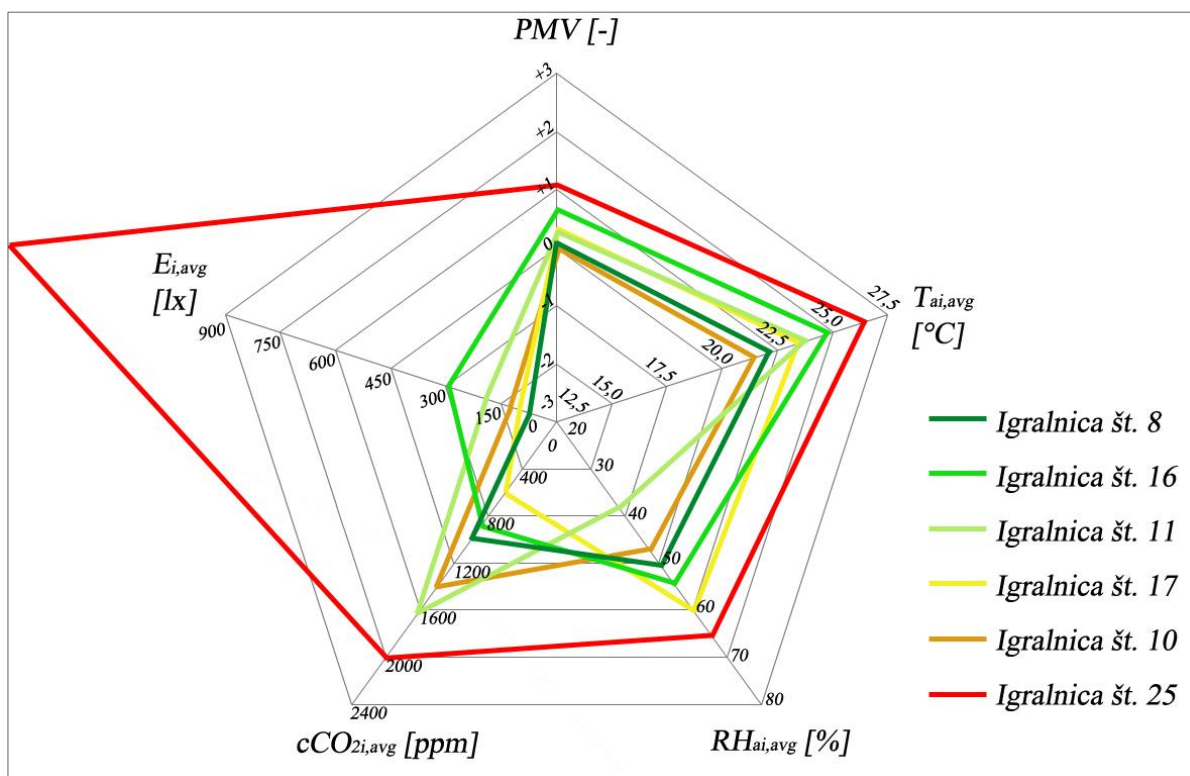
17, katerega material ima nekoliko večji zvočni absorpcijski koeficient kot na primer les ali beton (Slika 10). V večini igralnic $L_{eqi,max}$ preseže dovoljene/priporočene vrednosti. S tem so tako otroci, kot tudi zaposleni (vzgojiteljice in pomočnice) izpostavljeni visoki ravni hrupa, ki nanje vpliva negativno. Parametre zvočnega udobja bi morali za večjo gotovost dodatno raziskati.



Slika 10: Spuščen ("armstrong") strop v igralnicah št. 12, 16 in 17, ki ugodno vpliva na skrajšanje odmevnega časa v prostoru.

5.2 Medsebojni vplivi različnih parametrov integralnega udobja

Z namenom primerjati medsebojni vpliv različnih merjenih parametrov smo izbrali šest igralnic, enakih kot pri subjektivni oceni udobja (igralnice št. 8, 10, 11, 16, 17 in 25). Cilj primerjave je bil ugotoviti, ali obstajajo povezave med posameznimi parametri udobja notranjega okolja, npr., ali se katere od oblik neudobja pojavljajo hkrati in večkrat. Primerjava med omenjenimi igralnicami je predstavljena v Grafikonu 13. Grafikon je sestavljen tako, da so na osi, kjer se nahaja nevtralna (0) vrednost PMV -ja, nanizane tudi nevtralne vrednosti preostalih parametrov.



Grafikon 13: Rezultati meritev (objektivna ocena) udobja šestih izbranih igralnic.

Grafikon 13 prikazuje objektivno oceno udobja šestih izbranih igralnic. V igralnici št. 25 so bili vsi parametri kakovosti notranjega okolja zunaj meja udobja. Slaba kakovost notranjega zraka in neudobne toplotne razmere (T_{ai} , RH_{ai}) imajo zato morda skupnega povzročitelja, ki je lahko slabo načrtovana stavba ali pa nepravilna uporaba stavbe in njenih sistemov. Neudobne svetlobne razmere običajno niso odvisne od preostalih parametrov. V igralnici št. 11 smo hkrati ugotovili neudobno temperaturo zraka in relativno vlažnost zraka in tudi višje koncentracije CO_2 v notranjem zraku. Omenjeno je verjetno posledica slabega prezračevanja. Z učinkovitim prezračevanjem izboljšamo kakovost zraka, hkrati pa lahko ob nižjih temperaturah zunanjega zraka znižamo tudi temperaturo notranjega zraka. V isti igralnici je pod dovoljeno/priporočeno mejo tudi RH_{ai} , ki je prenizka. V času ogrevanja in višjih vrednosti T_{ai} je pričakovana tudi nižja RH_{ai} . V igralnici št. 11 je neudobno tudi svetlobno okolje. Igralnica št. 10 ob ustreznih vrednostih PMV , T_{ai} in RH_{ai} od zakonodaje oz. priporočil odstopa v vrednostih cCO_{2i} in E_i . V igralnici št. 17 so ustrezni PMV , T_{ai} in RH_{ai} , vrednost cCO_{2i} je zelo nizka, kar kaže na odlično kakovost notranjega zraka. Nasprotno pa je zelo nizka in s tem neustrezna E_i . V nasprotju s preostalimi igralnicami so v igralnicah št. 8 in 16 vsi parametri kakovosti notranjega okolja, z izjemo svetlobnega v igralnici št. 8, v ustreznih zahtevanih/priporočenih mejah. V igralnici št. 16 je zaradi nekoliko višje T_{ai} na robu udobnega le indeks PMV . V večini

izbranih igralnic (razen igralnice št. 16) so parametri svetlobnega udobja neustrezni. Da bi visoko raven hrupa v igralnici lahko povezali s katerim od preostalih parametrov udobja, bi potrebovali obsežnejšo analizo. Npr. tako v igralnici št. 8, v kateri so bili v večini ustrezni vsi parametri udobja, kot tudi v igralnici št. 25, ki se je izkazala za zelo neudobno, smo izmerili raven hrupa 50–80 dB. Vse omenjeno kaže na neustreznost stavb, v katerih so igralnice št. 10, 11, 17 in 25, oz. na nepravilno uporabo stavb in njihovih sistemov. Zato, da bi z gotovostjo lahko trdili, da je določen parameter odvisen od drugih, bi bile potrebne dodatne raziskave. Na primer o medsebojnem vplivu ravni hrupa, temperature notranjega zraka in aktivnosti otrok.

5.3 Primerjava objektivne in subjektivne ocene udobja

V izogib posploševanju udobja, ki je določen na vzorcu več ljudi (velja predvsem za *PMV*), je smiselno primerjati objektivno oceno udobja, izračunano s programskim orodjem in postavljeno na podlagi zakonodaje in priporočil, s subjektivno, ki je določena na podlagi uporabnikov notranjega okolja. Večkrat se lahko zgodi, da je objektivna ocena udobja pozitivna, subjektivna pa negativna in obratno. Ocena toplotnega udobja na podlagi *PMV* (objektivna ocena) in *TSV* (subjektivna ocena) indeksa je predstavljena v Preglednici 21.

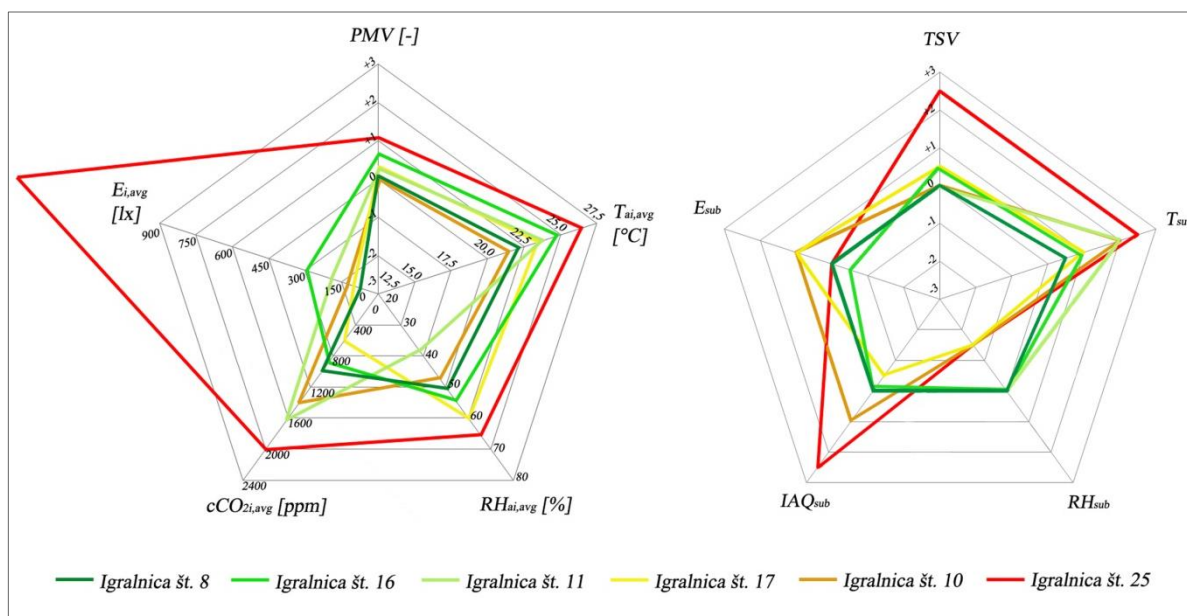
Preglednica 21: Primerjava med vrednostjo *PMV* in *TSV* v posameznih igralnicah

Vrtec	Št. igralnice	<i>PMV</i>	<i>TSV</i>
A	1	+0,01	0
	2	-0,05	0
B	3	-0,30	0
C	4	+0,09	0
D	5	+0,33	+1
	6	+0,25	0
	7	+0,69	+1
E	8	+0,09	0
F	9	+0,43	0
G	10	+0,03	0
	11	+0,29	0
H	12	-0,33	0
I	13	+0,13	0
J	14	+0,66	+1
	15	+0,31	0
K	16	+0,72	+0,5
	17	+0,31	+0,5
L	18	+0,12	-
M	19	-0,02	+0,3
N	20	+0,61	-
O	21	+0,75	+1
P	22	-0,02	0
R	23	+0,42	+1
	24	+0,13	+0,5
S	25	+1,10	+2,5

Iz Preglednice 21 lahko ugotovimo, da se indeksa *PMV* in *TSV* v vseh primerih razlikujeta, toda kljub temu lahko opazimo določene vzorce povezav. Pogosto se subjektivna ocena delno ujema z objektivno. Vzgojiteljice in pomočnice so bile v nekaterih primerih bolj kritične – bolj občutljive na pretople razmere, v nekaterih pa manj. Indeks *PMV* od indeksa *TSV* ne odstopa za več kot 0,30 točke v

igralnicah št. 1–4, 6, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 21 in 22 (56 % vseh igralnic). V igralnici št. 25, se vrednosti razlikujeta za 1,40 točke oz. za faktor 2,27. Vzgojiteljice so ob toplotnem neudobju le-tega občutile ekstremno neudobno, kar bi lahko bila posledica neudobnih razmer preostalih področij udobja, kot so svetlobno udobje, kakovost notranjega zraka in zvočno udobje.

Primerjava med objektivno in subjektivno oceno vseh področij udobja izbranih igralnic je predstavljena v Grafikonu 14.



Grafikon 14: Primerjava med objektivno oceno (levo) in subjektivno oceno (desno) udobja v šestih značilnih igralnicah.

Skali objektivne in subjektivne ocene v Grafikonu 14 sta prilagojeni glede na lego primerljivega parametra (npr. $T_{ai,avg}$ na levi in T_{sub} na desni), zato ju lahko neposredno oblikovno primerjamo. Na prvi pogled bi morda sklepali, da sta si grafikona med seboj povsem različna. Toda po podrobnejši analizi vidimo, da sta si v nekaterih segmentih podobna. Če najprej med seboj primerjamo oceni PMV in TSV , lahko povzamemo, da sta si v vseh primerih, razen v igralnici št. 25, podobni. Kot omenjeno, morda vzgojiteljice toplotno okolje zaznavajo kot ekstremno neudobno zaradi splošnih neudobnih razmer v igralnici. Če primerjamo objektivno in subjektivno oceno primernosti temperature zraka v igralnicah, lahko vidimo, da se oceni nekoliko bolj razlikujeta. Oceni igralnice št. 25 sta skoraj podobni, medtem ko se v preostalih petih igralnicah večinoma razlikujejo. Npr. v igralnici št. 10 je objektivna ocena temperature zraka ($T_{ai,avg}$) v mejah udobja (21,7 °C), vzgojiteljice pa so temperaturo zraka (T_{sub}) ocenile kot toplo (+2) (Grafikon 14). Pri oceni relativne vlažnosti zraka je bilo opaziti večja odstopanja med ocenama. Medtem ko je bila $RH_{ai,avg}$ v igralnici št. 10 znotraj dovoljenih mej (47,6 %), v igralnici št. 17 pa malo nad dovoljeno mejo 60 % (prevlažno), so vzgojiteljice obe igralnici ocenile kot presuhi ($RH_{sub} = -1,5$). V igralnici št. 11 je bila $RH_{ai,avg}$ prenizka (38,4 %), vendar so jo vzgojiteljice ocenile kot ravno pravšnjo. V igralnici št. 25 so vzgojiteljice zrak ocenile kot presuh (-1,5), čeprav je vlažnost zraka s 66 % odstotki presegla zgornjo dovoljeno vrednost. Odstopanja med objektivno in subjektivno oceno so vidna tudi pri oceni kakovosti notranjega zraka. Vzgojiteljice so ustrezno ocenile kakovost zraka v igralnicah št. 8, 10 in 16. V igralnici št. 11 se jim je kakovost zraka zdela nevtralna (0), medtem, ko je $cCO_{2i,avg}$ s 1657 ppm presegla priporočene vrednosti. V igralnici št. 17 so kakovost zraka ocenile z -0,5 (nevtralno–rahlo sveže), realno pa je bila kakovost zraka izvrstna

(628 ppm). Kakovost zraka v igralnici št. 25 so vzgojiteljice ocenile zelo natančno. Objektivna ocena z 2023 ppm in subjektivna s +2,5 sta skoraj sovpadali (zatohel–zelo zatohel zrak). V večini primerov (tudi v igralnicah, na katere nismo opozorili) so vzgojiteljice zrak, ki je bil svež, ocenjevale kot nevtralen. Na podlagi primerjave v Grafikonu 14 ugotavljamo, da vzgojiteljice niso pravilno ocenile kakovosti svetlobnega udobja v igralnicah, razen v igralnici št. 16, kjer so ga ocenile pravilno. Igralnico št. 25 so ocenile kot ravno prav svetlo, čeprav so vrednosti osvetljenosti z $E_{i,avg} = 2655$ lx močno presegle priporočene (igralnica je bila presvetla). V preostalih primerih so vzgojiteljice igralnico ocenile kot ravno prav svetlo (0) oz. rahlo svetlo (+1), medtem ko so bile igralnice z meritvami ocenjene kot zelo temne oz. pretemne ($E_{i,avg} = 74–183$ lx).

Opisana odstopanja med objektivno in subjektivno oceno udobja so posledica subjektivne človekove zaznave udobnih razmer, predvsem, ko gre za kakovost notranjega zraka in relativno vlažnost zraka. Zanimivo je, da vzgojiteljice v večini primerov ocenjujejo svetlobno okolje kot ustrezno, čeprav so bile igralnice močno pretemne oz. presvetle. To lahko pripišemo veliki sposobnosti prilagoditve očesa na svetlobno okolje – v večini primerov so vzgojiteljice mlade in zdrave in s tem nimajo težav. Vzgojiteljice so temperaturo in vlažnost zraka večinoma ocenile pravilno (Preglednica 21). Medtem ko je njihova ocena kakovosti zraka in osvetljenosti od objektivne bolj odstopala. V tem primeru so vzgojiteljice pogosto definirale nek drug parameter za vzrok neudobja (npr. v igralnici z izmerjeno slabo kakovostjo zraka so vzgojiteljice zrak ocenile kot pretopel). Možnih vzrokov za to je več. Za nekatere parametre človeško telo nima razvitega senzorskega sistema ali pa je neudobje posledica odstopanja več parametrov hkrati.

5.4 Analiza rezultatov in primerjava z dozdajšnjimi raziskavami

Obširen pregled literature je pokazal, da raziskav, ki bi hkrati obravnavale vsa področja udobja v vrtcih, ni. Opravili smo primerjavo med že izvedenimi raziskavami in ugotovitvami tega magistrskega dela.

Butala in Novak (1999) poudarjata, da je v času pouka temperatura zraka v slovenskih šolah previsoka. Ugotovili smo, da podobno velja tudi za vrtce, ki smo jih v tej raziskavi obravnavali. Povprečna temperatura notranjega zraka vseh obravnavanih vrtcev je bila 23,4 °C. Temperatura zraka je presegla zakonsko dovoljene vrednosti v 48 % igralnic. Podobne vrednosti T_{ai} (21–29 °C) so izmerili tudi Stankeviča in Lešinskis (2012) v Latviji in Yun in sod. (2014) v Južni Koreji. Povprečna izmerjena RH_{ai} v igralnicah je bila 48,5 %. V 48 % vseh igralnic je bila vrednost RH_{ai} zunaj okvira zakonodajnih zahtev, od tega je bil v večini primerov zrak presuh. Podobne vrednosti RH_{ai} so izmerili v poljskih vrtcih (Gładyszewska-Fiedoruk, 2013). V okviru naših meritev so se izmerjene vrednosti RH_{ai} izkazale za manj ustrezne kot meritve pregledanih raziskav (Cano in sod., 2012; Fabbri, 2013; Roda in sod., 2011; Yun in sod., 2014), pri katerih so v večini primerov izmerili RH_{ai} v mejah med 40 in 60 %. Nasprotno pa je bila povprečna hitrost gibanja zraka v obravnavanih igralnicah (od 0,01 m/s do 0,20 m/s ($v_{ai,avg} = 0,06$ m/s)) podobna kot v raziskavah Mors in sod. (2011) in Yun in sod. (2014). V podobni raziskavi je bila povprečna v_{ai} v nizozemskih šolah 0,05 m/s do 0,08 m/s (Mors in sod., 2011), v južnokorejskih vrtcih pa so izmerili raven hitrosti gibanja zraka med 0,06 in 0,13 m/s, $v_{ai,avg} = 0,085$ m/s (Yun in sod., 2014).

Indeks *PPD*, ki odraža odstotek nezadovoljnih uporabnikov, je bil večji ali enak 15 % v štirih izmed obravnavanih igralnic (16 % vseh igralnic). Podobno so ugotovili Cano in sod. (2012), ki so v

portugalskih vrtcih izračunali indeks *PPD* višji ali enak 15 % v 26 % vseh igralnic. V večini primerov je bilo nezadovoljstvo odraz hladnejših notranjih toplotnih razmer. V nasprotju z že narejenimi raziskavami pa je v kontekstu naših meritev delež *PDD* odraz pretoplih razmer.

V okviru meritev osvetljenosti igralnic je bila osvetljenost delovne ravnine z dnevno svetlobo vsaj 300 lx zagotovljena oz. presežena le v 56 % igralnic. Enakomernost osvetljenosti v igralnicah je bila zagotovljena le v osmih igralnicah (32 %). Vzrok za slabo dnevno osvetljenost so bile v večini primerov lastnosti svetlobnih odprtin (velikost in oblika odprtin, vrsta zasteklitve ipd.). Poleg tega so osvetljenost še dodatno nižali pritrjeni predmeti na steklih (risbe, izrezki ipd.). Zelo pogost vzrok za neustrezno dnevno osvetljenost prostora je bila tudi nepravilna raba senčil, ki so bila v nekaterih primerih tudi poškodovana (Slika 11). Do nasprotnih ugotovitev je prišel Šabec (2013), ki je v okviru meritev osvetljenosti v klasično zgrajenem vrtcu v Sloveniji izmeril povprečno osvetljenost delovne ravnine 300 lx.



Slika 11: Poškodovana in neuporabna senčila v igralnici, ki so velikokrat vzrok za slabo svetlobno udobje.

Rezultati meritev cCO_{2i} v okviru magistrskega dela so pokazali, da je v kar 88 % primerov meritev cCO_{2i} preseгла vrednost 1000 ppm, 68 % igralnic pa je bilo uvrščenih v kakovostni razred D. Podobno so ugotovili tudi v Kanadi s 85 % in z 90 % vrtcev s cCO_{2i} nad 1000 ppm (St-Jean in sod., 2012; Daneault in sod., 1992) in v Latviji s 75 % nad 1000 ppm (Stankeviča in Lešinskis, 2012). Nasprotno je raziskava Cano in sod. (2012) na Portugalskem izmerila koncentracije CO_2 višje od 1000 ppm v le 50 % igralnic. V okviru magistrskega dela smo ponekod izmerili zelo visoke vrednosti cCO_{2i} (do 3613 ppm). Povprečna koncentracija CO_2 v vseh igralnicah je bila 1460 ppm. Tudi Pirc (2013) je v slovenskih vrtcih izmeril zelo visoke koncentracije CO_2 . Najvišja izmerjena vrednost v času njegovih meritev je bila 3550 ppm. V nasprotju z omenjenimi raziskavami so v švedskih in finskih vrtcih izmerili zelo zadovoljive koncentracije CO_2 . Na Finskem (Ruotsalainen in Jaakkola, 1993) so izmerili $cCO_{2i,avg}$ 810 ppm, na Švedskem pa le 640 (Cars in sod., 1992). V okviru raziskave Borodinecs in Budjko (2009) so v latvijskih vrtcih izmerili maksimalne koncentracije CO_2 do 1700 ppm v igralnicah s PVC okni in do 1450 ppm v igralnicah z lesenimi okni. Prezračevanje v latvijskih vrtcih je bilo naravno.

Nekatere raziskave so ugotovile, da je pri kakovosti notranjega zraka lahko problem mehansko prezračevanje (neučinkoviti sistemi, kopičenje agensov v razvodnih kanalih ...), tesnjenje ovoja in različni notranji onesnaževalci (Redlich in sod., 1997). Nasprotno so St-Jean in sod. (2012) poudarili, da je mehansko prezračevanje primerno za nižanje koncentracij CO₂ in preostalih onesnaževalcev v notranjem zraku. Ni pa nujno tako, saj je dobro in učinkovito mehansko prezračevanje odvisno tudi od dobrega načrtovanja in delovanja. Kot primer neprimerne prakse smo v igralnicah št. 21 in 25 ugotovili slabo delovanje mehanskega prezračevanja. Zagon mehanskega prezračevanja je bil vezan na čas in je deloval ne glede na notranje razmere. Posledično je bila kakovost notranjega zraka v določenem časovnem intervalu zelo slaba (do 3613 ppm v igralnici št. 25). Slabo kakovost zraka smo odkrili tudi pri igralnicah z naravnim prezračevanjem. Ko so bile zunaj padavine ali pa je bila temperatura zunanjega zraka nizka, so se vzgojiteljice manjkrat odločile za zračenje z odpiranjem oken. V raziskavi Stankeviča in Lešinskis (2012) so ugotovili, da se osebje vrtca, kljub možnosti mehanskega prezračevanja, večinoma zanaša na naravno prezračevanje. Podobno smo ugotovili tudi v naši raziskavi. Dve igralnici (št. 21 in 25), ki sta imeli možnost mehanskega prezračevanja, sta imeli tako slabo kakovost zraka, da so vzgojiteljice zračile prostore z odpiranjem oken, čeprav so jim to odsvetovali. Podobno kot v omenjenih dveh igralnicah so vzgojiteljice tudi v nekaj drugih, opozorile na problem slabe kakovosti notranjega zraka. Treba pa je opozoriti, da rezultati objektivnih in subjektivnih ocen morda ne prikažejo realnega stanja, saj to niso splošne razmere v igralnicah, temveč razmere na dan meritev.

Povprečna raven hrupa v igralnicah, izmerjena v okviru magistrskega dela, je bila 54-81dB. Najvišja izmerjena raven hrupa je dosegla vrednost kar 95 dB (igralnica št. 2). Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Kacjan Žgajnar in sod.(2009a) v slovenskih vrtcih, McAllister in sod. (2009) v švedskih in Voss (2005) v danskih vrtcih. Izmerjene ekvivalentne ravni hrupa v slovenskih vrtcih so se gibale med 46,3 dB(A) in 80,3 dB(A) (Kacjan Žgajnar in sod., 2009a). Povprečna vrednost ravni hrupa v vrtcih, obravnavanih v okviru raziskave McAllister in sod. (2009), je bila 82,6 dB(A). Najvišja vrednost ravni hrupa je bila izmerjena v času kosila s povprečno vrednostjo 85,4 dB(A). Povprečna raven hrupa v vseh igralnicah, ki jih je analiziral Voss (2005), pa se je gibala okrog 80 dB.

Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) navaja, da morajo biti vrhnje talne, stenske in stropne obloge iz materialov, ki dušijo hrup, kar je zaradi higienskih zahtev težje doseči, saj isti pravilnik navaja tudi, da morajo biti stenske obloge pralne. Morda so prav stroge higienske zahteve razlog za slabo akustično stanje obravnavanih vrtcev. Raziskava Voss (2005) je ugotovila, da je bil v 90 % igralnic danskih vrtcev odmevni čas ustrezen. Obratno smo v igralnicah, obravnavanih v magistrskem delu, ugotovili, da je bil izračunan odmevni čas predolg. Predolga sta bila tudi odmevna časa, ki smo ju izmerili v dveh igralnicah, sta pa bila za 24 % in 79 % krajša od izračunanih.

Objektivne analize udobja omogočajo pridobitev splošne ocene udobja, toda zaradi raznolikosti uporabnikov ne pokažejo nujno stanja, ki ga zaznavajo uporabniki. Zaradi tega smo na podlagi anket pridobili mnenja vzgojiteljic o udobju v igralnicah. Šabec (2013) je ugotovil, da so bile v vseh obravnavanih igralnicah vrednosti indeksov *TSV* višje od vrednosti indeksov *PMV*. Mors in sod. (2011) so poudarili, da je bil indeks *TSV* v obravnavanih igralnicah za 0 do +2 višji od indeksa *PMV*. V naši raziskavi smo ugotovili, da so vzgojiteljice 57 % igralnic ocenile kot udobne. Kot najslabšo so ocenile igralnico št. 25 z indeksom *TSV* +2,5. Temperatura zraka je bila po mnenju vzgojiteljic v

večini igralnic previsoka. Zrak v 67 % igralnicah je bil izmerjen kot presuh. Kakovost zraka je bila ocenjena kot sveža oz. nevtralna le v enajstih igralnicah. Igralnico št. 25 so vzgojiteljice ocenile kot igralnico z najbolj zatohlim zrakom ($IAQ_{sub} = +2,5$). Glede na odgovore vzgojiteljic je bila osvetljenost ravno pravnja v 11 igralnicah. Ugotavljamo, da so vzgojiteljice redko izbirale odgovore, ki so opisovali razmere kot zelo neudobne. Indeks TSV je najbolj odstopal od nevtralne vrednosti v igralnicah št. 5 (+0,67) in št. 25 (+1,40). Vzrok za takšno odstopanje je morda splošno neudobno stanje v igralnicah. Ugotovili smo, da obstaja možna povezava med posameznimi parametri udobja, še posebej, ko gre za subjektivno zaznavo okolja. Če sta v igralnici temperatura zraka in relativna vlažnost zraka ocenjeni kot visoki, je pogosto neustrezno ocenjena tudi kakovost notranjega zraka, saj se vsi trije parametri nanašajo na lastnosti zraka. V času ogrevanja in višjih vrednosti T_{ai} je pričakovana nižja RH_{ai} . Tudi subjektivne ocene preostalih parametrov udobja v igralnicah so odstopale od objektivnih. V večini primerov so vzgojiteljice kot dober ocenile zatohel zrak ali kot slab svež zrak. Podobno je v svojih ugotovitvah odkril tudi Pirc (2014). Vzgojiteljice so kakovost zraka v igralnici označile kot neustrezno morda tudi zaradi različnih vonjav.

V okviru magistrskega dela smo obravnavali stavbe s povprečno starostjo 42 let, pri čemer je bila najnovejša stavba stara 3 mesece, najstarejša pa kar 114 let. Za primerjavo je bila povprečna starost stavb v raziskavi Cano in sod. (2012) 60 let, v raziskavi Roda in sod. (2011) pa 32,4 leta. Daneault in sod. (1992) so opozorili, da so koncentracije CO_2 v vrtcih v starejših stavbah nižje kot v novejših. To je lahko posledica višjih etažnih višin in posledično večje prostornine zraka v starejših stavbah ali pa slabega in nepremišljenega načrtovanja novih stavb in njenih sistemov. Wargoocki in Wyon (2013) sta opozorila, da lahko nepremišljeni poskusi varčevanja z energijo v stavbah poslabšajo otrokove učne sposobnosti za do 30 %.

V magistrskem delu smo analizirali tudi dva pasivna vrtca (igralnica št. 21 in 25), da bi ugotovili, ali obstajajo razlike v kakovosti udobja med pasivno in klasično gradnjo. Glede na zakonske zahteve in priporočila ter tudi na podlagi subjektivnih ocen sta bili igralnici v omenjenih pasivnih vrtcih, v primerjavi s preostalimi vrtci, obravnavanimi v tej raziskavi, ocenjeni kot zelo neudobni. Še posebej je v negativno smer odstopala igralnica št. 25. Ta podatek je presenetljiv in vzbuja skrb tudi zato, ker sta bila pasivna vrtca zgrajena v letih 2012 in 2013 ter načrtovana in zgrajena v skladu z najnovejšimi predpisi. Poudariti je treba, da je bilo udobje pogosto neustrezno tudi v klasičnih vrtcih.

5.5 Oblikovanje ocenjevalne lestvice o integralnem udobju

Običajen rezultat ocenjevanja udobja je kategorizacija obravnavanih okolij na slabe (neustrezne/neudobne), povprečne (sprejemljive) in dobre (ustrezne/udobne). Integralna ocena udobja v igralnicah se nanaša na vrsto različnih parametrov, ki zaradi različnih enot vplivnih parametrov posameznega področja udobja onemogočajo neposredno klasifikacijo. Zaradi slabe raziskanosti področja in potrebe po ocenjevanju integralnega udobja smo se odločili, da izdelamo brezenotno ocenjevalno lestvico, s pomočjo katere smo s točkami ovrednotili glavne parametre posameznih področij udobja. Na podlagi vsote pridobljenih točk smo igralnice ovrednotili od integralno (celostno) najbolj udobnih do integralno (celostno) najbolj neudobnih.

Lestvica o integralnem udobju (ang. *integral comfort scale*) je bila izdelana glede na zahteve zakonodajnih aktov in priporočil ter na podlagi ugotovitev raziskav, saj je cilj takšnega ocenjevanja čim objektivnejše vrednotenje in natančna klasifikacija. Kriteriji (referenčne vrednosti) so definirani v poglavju 2.4. Posamezna igralnica je bila točkovana glede na to, kako so parametri določenega področja udobja odstopali od definiranih kriterijev. Večje odstopanje je bilo ovrednoteno z več točkami. Točke integralnega udobja (ang. *integral comfort points, ICP*) so bile določene glede na povprečne vrednosti izmerjenih parametrov. Način točkovanja parametrov z *ICP* vseh področij udobja je prikazan v Preglednici 22. Največje število *ICP*, ki jih igralnica lahko pridobi za posamezni parameter, je 3 (največje možno odstopanje), najmanjše pa 0 (ni odstopanja). Skupno število *ICP* dobimo z vsoto vseh posameznih vrednosti *ICP* obravnavanih parametrov. Vsaka igralnica tako lahko pridobi največ 21 *ICP* in najmanj 0 *ICP*. Igralnica se šteje kot integralno udobna, če je skupno število *ICP* manjše od 4, hkrati pa noben od posameznih parametrov ne doseže več kot 1,5 *ICP*. Če eden od parametrov ekstremno odstopa od priporočenih vrednosti, okolje že lahko imamo za integralno neudobno.

Preglednica 22: Način dodelitve točk integralnega udobja (ang. *integral comfort points, ICP*) glede na vrednosti posameznih parametrov.

Obravnavani parameter	Število dodeljenih <i>ICP</i> za določeno vrednost parametra*						
	3	2	1	0	1	2	3
PMV [-]	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
$T_{ai,avg}$ [°C]	$\leq 15,0$	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	$\geq 27,0$
$RH_{ai,avg}$ [%]	≤ 20	30	40	50	60	70	≥ 80
$E_{i,avg}$ [lx]	0	150	300	450	600	750	≥ 900
$E_{i,min}/E_{i,avg}$ in $E_{i,avg}/E_{i,max}$ [-]	0,00	0,10	0,20	$\geq 0,30$	**		
$cCO_{2i,avg}$ [ppm]	≥ 2500	2000	1500	≤ 1000			
$L_{eqi,avg}$ [dB]	≥ 90	80	70	≤ 60			

* Vmesne vrednosti linearno interpoliramo.

** $E_{i,min}/E_{i,avg}$ in $E_{i,avg}/E_{i,max}$ lahko odstopata le v negativno smer, $cCO_{2i,avg}$ in $L_{eqi,avg}$ pa le v pozitivno.

Vsak izmerjeni parameter smo v vsaki igralnici posebej ovrednotili z *ICP*, tako kot je prikazano v Preglednici 22. Vmesne vrednosti smo linearno interpolirali. Za igralnico št. 20, kjer nismo pridobili rezultatov meritev cCO_{2i} , smo za to področje privzeli povprečno vrednost $ICP_{cCO_{2i,avg}}$ (0,98). Na podlagi pridobljenih vrednosti *ICP* smo igralnice klasificirali – razporedili smo jih od integralno (celostno) najbolj udobnih do integralno (celostno) najbolj neudobnih. Rezultati so predstavljeni v

Preglednici 23, kjer je za vsako od analiziranih igralnic navedeno število pridobljenih *ICP* pri posameznem parametru. V skrajno desnem stolpcu pa je prikazano skupno število *ICP* (vsota).

Preglednica 23: Klasifikacija igralnic s točkami integralnega udobja (ang. *integral comfort points*, *ICP*) in razporeditev od najbolj udobne do najbolj neudobne.

Igralnica št.	Število pridobljenih <i>ICP</i> pri posameznem parametru udobja							<i>ICP</i>
	<i>ICP_{PMV}</i>	<i>ICP_{Tai,avg}</i>	<i>ICP_{RHai,avg}</i>	<i>ICP_{Ei,avg}</i>	<i>ICP_{Econt,avg}*</i>	<i>ICP_{cCO2i,avg}</i>	<i>ICP_{Leqi,avg}</i>	
22	0,02	0,45	0,15	0,09	0,70	0,00	0,94	2,4
18	0,12	0,65	0,45	0,47	0,95	0,02	0,38	3,0
8	0,09	0,60	0,16	2,51	0,30	0,00	0,63	4,3
10	0,03	0,35	0,24	2,16	0,50	0,87	0,45	4,6
4	0,09	0,30	0,47	2,09	0,10	0,80	1,00	4,9
15	0,31	1,10	0,30	1,92	0,79	0,00	0,50	4,9
12	0,33	0,40	0,71	0,69	0,65	1,62	1,44	5,8
7	0,69	2,10	1,17	0,63	1,20	0,35	0,13	6,3
17	0,31	1,25	1,12	2,35	0,46	0,00	1,05	6,5
1	0,01	0,50	0,95	2,07	1,35	1,29	0,38	6,6
3	0,30	0,50	0,61	0,28	0,85	3,00	1,13	6,7
23	0,42	1,65	0,02	2,71	0,85	0,25	0,91	6,8
2	0,05	0,95	1,36	0,01	0,40	1,61	2,48	6,9
16	0,72	1,95	0,45	1,04	1,28	0,00	1,50	6,9
5	0,33	1,50	1,00	1,65	1,15	0,78	0,67	7,1
11	0,29	1,40	1,16	1,78	1,15	1,31	0,00	7,1
24	0,13	1,00	0,85	1,91	1,55	0,38	1,50	7,3
19	0,02	0,45	0,15	2,19	1,40	1,93	1,42	7,6
20	0,61	2,30	0,94	0,39	1,35	0,98	1,25	7,8
13	0,13	0,95	0,84	1,60	1,75	2,04	1,50	8,8
14	0,66	1,95	0,31	1,55	1,65	1,82	0,92	8,9
9	0,43	1,50	0,80	3,00	2,60	0,90	0,00	9,2
21	0,75	2,35	0,83	3,00	0,50	0,36	1,61	9,4
6	0,25	1,45	0,57	3,00	1,90	2,19	2,00	11,4
25	1,10	2,75	1,60	3,00	1,75	2,05	0,69	12,9

* *ICP_{Econt,avg}* je povprečna vrednost *ICP*, pridobljenih za vrednosti E_{min}/E_{avg} in E_{avg}/E_{max} .

Preglednica 23 prikazuje klasifikacijo igralnic s pomočjo *ICP*. Igralnice so razporejene od integralno (celotno) najbolj udobnih do integralno (celotno) najbolj neudobnih. Povprečno število pridobljenih *ICP* na posameznem področju je naslednje: $ICP_{PMV} = 0,33$, $ICP_{Tai,avg} = 1,21$, $ICP_{RHai,avg} = 0,69$, $ICP_{Ei,avg} = 1,68$, $ICP_{Econt,avg} = 1,08$, $ICP_{cCO2i,avg} = 0,98$, $ICP_{Leqi,avg} = 0,98$. Povprečno število *ICP* je 7,0. V splošnem so igralnice najmanj *ICP* pridobile na področju *PMV*, kjer so v vseh primerih, z izjemo igralnice št. 25, pridobile manj kot 1 ICP_{PMV} . V večini so največ *ICP* igralnice pridobile na področju osvetljenosti z dnevno svetlobo.

Iz Preglednice 23 lahko razberemo, katere igralnice so bile bolj in katere manj integralno (celotno) udobne. Hkrati je razvidno, koliko je posamezen parameter doprinesel k skupnem številu *ICP*. Glede

na omenjeni kriterij integralnega udobja sta edini igralnici, ki jih lahko imamo za integralno (celostno) udobni, igralnica št. 22 in št. 18. Igralnica št. 22 je dosegla 2,4 *ICP*, igralnica št. 18 pa 3,0 *ICP*. Preostale igralnice so glede na oblikovano lestvico definirane kot integralno (celostno) neudobne, saj so vse pridobile 4 ali več *ICP*, kot najmanj integralno udobna je z 12,9 *ICP* ocenjena igralnica št. 25.

Dobro integralno udobje v igralnici št. 22 in slabo v igralnici št. 25 lahko potrdimo tudi na podlagi analiz posameznih področij udobja v poglavjih 3, 4 in 5, kar dokazuje, da so ocenjevalna lestvica o integralnem udobju in s tem točke integralnega udobja *ICP* oblikovane primerno.

Glede na ocenjevalno lestvico in število pridobljenih *ICP* sta se kot slabša izkazala pasivna vrtca (igralnici št. 21 in 25). Toda ker smo meritve izvajali le en dan, takšni rezultati ne morejo odražati celostnega stanja.

Izdelano ocenjevalno lestvico o integralnem udobju in način točkovanja s točkami integralnega udobja *ICP* je možno prenesti tudi na preostala bivalna okolja. Možna je izdelava programskega orodja, s katerim bi na podlagi vhodnih podatkov s točkami *ICP* vrednotili bivalno okolje.

5.6 Priporočila za izboljšanje integralnega (celostnega) udobja igralnic v vrtcih

Načrtovanje in nadzor notranjega okolja v vzgojno-izobraževalnih ustanovah je treba obravnavati celovito. Načrtovanje mora upoštevati osnovna načela bioklimatskega načrtovanja (značilnosti lokacije, namembnost stavbe, aktivnih prostorov, značilnosti uporabnika) (Dovjak in sod., 2010; Dovjak, 2012; Dovjak in sod., 2013; Dovjak in sod., 2014). Pri zasnovi stavbnega ovoja in konstrukcijskih detajlov moramo posebno pozornost nameniti tudi izbiri materialov. Sanacija obstoječih problemov je težavna in velikokrat zapletena, saj je treba odstraniti vzroke, kar velikokrat pomeni drastičen poseg v stavbo. Pri tem je nujen interdisciplinaren pristop in usklajeno sodelovanje strokovnjakov z različnih področij.

Na podlagi ocene dejanskega stanja smo ugotovili, da bi bilo treba prenoviti in nadgraditi veljavno zakonodajo. Nadgradnja bi bila potrebna predvsem na področju osvetljevanja prostorov z dnevno svetlobo, definirati pa bi bilo treba kvalitativne, kvantitativne in psihofiziološke kriterije za otroke in zaposlene (npr. $E_{i,avg} > 300$ lx, $KDS_{avg} > 5$ %). Zagotavljanje zadostne količine dnevne svetlobe le na podlagi velikosti svetlobnih odprtin, kot to zapoveduje pravilnik (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13) ni dovolj, kar so pokazale tudi opravljene meritve. V prostorih bi bilo treba zagotavljati tudi zadostno količino dnevne svetlobe za sprožanje nevizualnih fizioloških učinkov na organizem (cirkadiani ritem). Tudi zakonske zahteve glede kakovosti notranjega zraka bi morale biti strožje (npr. $cCO_{2,max} < 1000$ ppm), tako kot so v nekaterih evropskih državah. S tem bi zagotovili boljšo kakovost notranjega zraka. Ugotovili smo, da so zakonske zahteve za čezmerne ravni hrupa definirane le za varovanje zaposlenih in ne otrok kot občutljive skupine, zato bi bilo treba nadgraditi tudi zakonodajo o hrupu v vrtcih – zaščita otrok in vzgojiteljev (npr. $L_{eqi} < 65$ dB). Ugotovili smo, da bi bilo treba nadgraditi standardizacijo s področja udobja, saj je večina indeksov za dokazovanje udobja definiranih na podlagi povprečnega uporabnika (npr. *PMV* indeks). V tem primeru predlagamo spremembo in individualizacijo vseh indeksov tako, da se jih prilagodi fiziologiji otrok. Nekateri tuje raziskave (Mors in sod., 2011; Teli in sod., 2012; Yun in sod., 2014) so že dokazale, da indeks *PMV* ni primeren za dokazovanje toplotnega udobja otrok.

V okviru raziskave smo ugotovili, da parametri udobja v več igralnicah niso dosegali zahtevanih oz. priporočenih vrednosti. Da bi dosegli boljši nadzor nad vsemi parametri integralnega udobja, bi bilo treba vsako igralnico posebej opredeliti in obravnavati kot individualno aktivno cono. Glede na ugotovljene večinoma pretople temperaturne razmere v večini obravnavanih igralnic, bi bilo treba temperaturo znižati ter jo prilagoditi številu in aktivnosti otrok. V več primerih smo izmerili nižje vrednosti relativne vlažnosti zraka. Presuh zrak bi bilo treba dodatno vlažiti. Pri kakovosti notranjega zraka se je izkazalo, da zanašanje na naravno prezračevanje igralnic ni dovolj, saj vzgojiteljice predvsem pri nizkih zunanjih temperaturah zraka in ob padavinah prostor redkeje prezračujejo z odpiranjem oken. Zaradi omenjenega dejstva bi bilo najučinkovitejše kontrolirano avtomatsko prezračevanje. Pri uvedbi takšnega sistema je treba izpolniti sanitarno-tehnične in higienske zahteve z ustreznim sprotnim čiščenjem, vzdrževanjem in stalnim nadzorom sistema. Pri zagotavljanju zadostne dnevne osvetljenosti je treba več pozornosti nameniti načrtovanju odprtin, uravnavanju dnevne svetlobe s senčili in vzdrževanju le-teh. Zvočna zaščita stavb mora zajemati nadzor nad zunanjim hrupom, hrupom iz sosednjih prostorov, hrupom obratovalne opreme ter akustiko. Pomembnejši primarni ukrep pa je kontrola in zmanjševanje hrupa že pri viru nastanka (manj hrupne aktivnosti), pri čemer ima velik pomen ozaveščanje zaposlenih, staršev in otrok. V vrtcih se je treba problematike

hrupa zavedati že v času načrtovanja in namestiti zvočne absorberje. Odličen nadzor nad parametri udobja v prostoru nam lahko zagotavlja avtomatsko vodenje sistemov, opisano v delih Košir (2011a, 2011b), Košir in sod. (2011) in Dovjak (2012). Avtomatsko vodenje in uravnavanje stavbnega ovoja ter v stavbe vgrajenih naprav in sistemov je poleg bioklimatskega načrtovanja najboljša pot, da najdemo kompromis med aktivno in dinamično obliko zagotavljanja udobnih in zdravih razmer v notranjem okolju ter učinkovito rabo energije (Košir, 2011a). Avtomatsko lahko uravnavamo ne le temperaturo in vlažnost zraka, temveč tudi osvetljenost prostora (naravno in umetno) ter kakovost notranjega zraka (prezračevanje).

Ključno vlogo pri načrtovanju stavb in bivalnega okolja imajo uporabniki prostorov, še posebej, če so uporabniki občutljiva skupina ljudi (otroci, bolniki ...). Zdravo in udobno bivalno okolje neposredno in posredno vpliva na zdravje otrok. Izboljšanje zdravja otrok je pomemben dejavnik, saj poleg kratkoročnih učinkov zagotavlja, da otroci zrastejo v psihično, fizično in socialno močnega posameznika. Zavedati se je treba problematike toplotnega in svetlobnega udobja, kakovosti notranjega zraka in zvočnega udobja (hrupa). Družbo, investitorje, projektante, starše, vzgojiteljice ter preostalo osebje vrtca je o pomenu zdravega bivalnega okolja treba ozaveščati in izobraževati.

6 ZAKLJUČKI

Integralna (celostna) obravnava vseh parametrov udobja je nujna, če želimo doseči kakovostno in zdravo bivalno okolje. Parametri udobja so medsebojno povezani in jih zato ne moremo ocenjevati izvzete iz celote. Raziskav, ki bi integralno obravnavale toplotno in svetlobno udobje, kakovost notranjega zraka ter zvočno udobje, ni. Na podlagi pregledanih raziskav (korak 1) smo ugotovili, da je najbolj raziskano področje udobja kakovost notranjega zraka, sledita toplotno in zvočno udobje, najmanj pa je raziskano svetlobno udobje. Ugotovili smo, da je slovenska zakonodaja o zagotavljanju udobja v vrtcih pomanjkljiva, saj so nekateri parametri izvzeti ali pa niso dovolj strogo definirani. Da bi bilo udobno in zdravo bivalno okolje zagotovljeno v vseh vrtcih, bi bilo najprej treba ustrezno prilagoditi zakonodajo, kamor spada tudi sprememba in individualizacija indeksov, ki se uporabljajo za dokazovanje udobja (npr. *PMV* indeks). Glede na veljavno zakonodajo in priporočila smo objektivno ocenili udobje v 25 igralnicah (korak 2). Omejitvev raziskave je bila, da smo lahko razmere v posamezni igralnici merili le en dan, kar nam je omogočilo objektivno oceno kakovosti notranjega zraka, svetlobnega in zvočnega udobja, toplotno udobje pa smo lahko le delno objektivno ocenili. V okviru narejenih analiz se je izkazalo, da je udobje v večini obravnavanih vrtcev slabo. Podobno so za vrtce ugotovile nekatere druge raziskave (Araújo-Martins in sod., 2014; Cano in sod., 2012; McAllister in sod., 2009; Yun in sod., 2014). Glede na zahteve zakonodaje so bili neustrezni predvsem svetlobno udobje (prenizke vrednosti E_i , neprimerna distribucija svetlobe), kakovost zraka (previsoke vrednosti cCO_{2i}) in zvočno udobje (previsoka L_{eqi}). Toplotno udobje je bilo glede na zakonodajo in priporočila večinoma ustrezno, vendar je bila na podlagi ugotovitev nekaterih raziskav T_{ai} za otroke večinoma previsoka (23,4 °C). Subjektivne ocene parametrov udobja v igralnicah so večinoma odstopale od objektivnih (korak 3), kar je bilo pričakovano. Pri subjektivni oceni so anketiranci kot neudobno največkrat ocenili temperaturo, relativno vlažnost ali kakovost notranjega zraka. Integralno (celostno) udobje (korak 4) je bilo zadovoljivo le v redkih primerih, pri čemer je bila igralnica št. 22 najudobnejša, igralnica št. 25 pa najmanj udobna. Ugotovili smo, da obstaja možna povezava med posameznimi parametri udobja, največkrat med T_{ai} , RH_{ai} in cCO_{2i} , še posebej, ko gre za subjektivno zaznavo okolja. Ugotovili smo, da se osebje vrtcev pomena udobja ne zaveda dovolj, saj so ankete pokazale, da v neudobnih razmerah ne ukrepajo vedno pravilno, enako pa smo pri izvedbi meritev opazili tudi sami. Obravnavane stavbe vrtcev so večinoma starejše od 30 let. Najstarejši sta stari kar 107 in 114 let. Le redke so prenovljene, večinoma pa je prenova obsegala le menjavo starih oken z novimi okni z okvirji iz PVC. Dva na novo zgrajena pasivna vrtca imata mehansko prezračevanje in talno gretje, ki naj bi z nekaterih vidikov zagotavljalo boljše udobje kot naravno prezračevanje in ogrevanje z radiatorji. Kljub temu je bilo integralno udobje v obeh pasivnih vrtcih ocenjeno kot zelo slabo. Ne smemo pa zanemariti, da je bilo udobje pogosto neustrezno tudi v klasično grajenih vrtcih.

Integralni (celostni) pristop pri obravnavanju vzgojno-izobraževalne ustanove je v tem magistrskem delu uporabljen prvič. Zaradi slabe raziskanosti področja in potrebe po ocenjevanju integralnega udobja smo izdelali lestvico o integralnem udobju (ang. *integral comfort scale*), na podlagi katere smo s pomočjo točk integralnega udobja (ang. *integral comfort points*, *ICP*) igralnice razdelili na integralno udobne in integralno neudobne. Glede na ocenjevalno lestvico smo za integralno udobni igralnici lahko razglasili le dve od petindvajsetih. Preostale so bile integralno neudobne. Zaradi omenjenih dejstev bi se bilo treba načrtovanja in nadziranja udobja lotiti integralno (celostno), kar je pri novogradnjah in sanacijah zelo pomembno.

»Ta stran je namenoma prazna«

VIRI

ANSI/ASHRAE Standard 55:2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

Araújo-Martinsa, J., Carreiro Martinsa, P., Viegasc, J., Aeleneid, D., Canoe, M. M., Teixeiraf, J. P., Paixãoa, P., Papoilag, A. L., Leiria-Pintoa, P., Pedroa, C., Rosado-Pintoi, J., Annesi-Maesanoj, I., Neupartha, N. 2014. Environment and Health in Children Day Care Centres (ENVIRH) - Study rationale and protocol. Portuguese journal of pulmonology 20, 6: 311–323.

ARHIV - opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji.

ARSO. 2013. Agencija Republike Slovenije za okolje.

<http://meteo.arso.gov.si/> (Pridobljeno 18. 12. 2013)

ASHRAE Standard 62.1:2004. Ventilation for acceptable indoor air quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.

ASHRAE. 1986. American Society for Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Atlanta, GA. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society for Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers; 1986.

Borodinecs, A., Budjko, Z. 2009. Indoor air quality in nursery schools in Latvia. V: Proceedings of Healthy Buildings 2009, Healthy Buildings 2009, Syracuse, NY, ZDA, str. 1–4.

BS 8206-2:2008. Lighting for buildings. Code of practice for daylighting.

Buratti, C., Ricciardi, P. 2009. Adaptive analysis of thermal comfort in university classrooms: Correlation between experimental data and mathematical models. Building and Environment 44: 674–687.

Butala, V., Novak, P. 1999. Energy consumption and potential energy savings in old school buildings. Energy and Buildings 29: 241–246.

Cano, M., Nogueira, S., Papoila, A. L., Aguiar, F., Martins, P., Marques, J., Caires, I., Martins, J., Pedro, C., Paixão, P., Rosado-Pinto, J., Leiria-Pinto, P., Aelenei, D., Mendes, A., Teixeira, J. P., Proença, C., Neuparth, N. 2012. Indoor Air Quality in Portuguese Children Day Care Centers – ENVIRH Project. V: The Second International Conference on Building Energy and Environment 2012, Topic 3. Indoor and outdoor air quality, thermal comfort and health impact related to build environment, Boulder, Kolorado, 1–4. avgust 2012: str. 414–421.

Cars, H., Petersson, C., Hakansson, A. 1992. Infectious diseases and day-care center environment. Scandinavian Journal of Infectious Diseases 24, 4: 525–528.

Chatzakis, N.S., Karatzanis, A. D., Helidoni, M. E., Velegrakis, S. G., Christodoulou, P., Velegrakis, G. A. 2014. Excessive noise levels are noted in kindergarten classrooms in the island of Crete. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology 271, 3: 483–7.

COM. 2011. 66. European Commission Brussels, Commission Communication COM(2011) 66 of 17 February 2011: Early Childhood Education and Care: Providing all our children with the best start for the world of tomorrow.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0066:FIN:EN:PDF> (Pridobljeno 1. 7. 2014).

CEN CR 1752:1998. Ventilation for buildings – Design criteria for the indoor environment.

Daneault, S., Beausoleil, M., Messing, K. 1992. Air quality during the winter in Québec day-care centers. *American Journal of Public Health* 82, 3: 432–434.

Direktiva 2012/27/EU. 2012. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:EN:PDF> (Pridobljeno 9. 5. 2014).

Dovjak, M., Krainer, A., Shukuya, M. 2014. Individualisation of personal space in hospital environment. *International journal of exergy*, 14, 2: 125-155.

Dovjak, M., Kukec, A., Kristl, Ž., Košir, M., Bilban, M., Shukuya, M., Krainer, A. 2013. Integral control of health hazards in hospital environment. *Indoor and Built environment*, 22, 5: 776–795.

Dovjak, M. 2012. Individualization of personal space in hospital environment. Doktorska disertacija. Nova Gorica, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za podiplomski študij (samozaložba M. Dovjak): 184 str.

Dovjak, M., Kristl, Ž. 2011. Health concerns of PVC materials in the built environment. *International Journal of Sanitary Engineering Research* 5, 1: 4–26.

Dovjak, M., Shukuya, M., Olesen, B. W., Krainer A. 2010. Analysis on exergy consumption patterns for space heating in Slovenian buildings. *Energy policy* 38, 6: 2998–3007.

EN 15251:2007. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.

EPA. 2003. Indoor air quality & student performance, Indoor Environment Division Office of Radiation And Indoor Air. United States Environmental Protection Agency; 2003. 402-K-03-006, Revised August 2003.

EPBD-r 2010/31/EU. 2010. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast).

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF> (Pridobljeno 9. 5. 2014).

Eurostat. 2011. Education statistics 2011.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Education_statistics#Pre-primary_education (Pridobljeno 1. 7. 2014).

Eyring, C. F. 1930. Reverberation Time in “Dead” Rooms. *Journal of the Acoustical Society of America* 1: 217–241.

Fabbri, K. 2013. Thermal comfort evaluation in kindergarten: PMV and PPD measurement through datalogger and questionnaire. *Building and Environment* 68: 202–214.

Fanger, P.O. 1970. *Thermal Comfort*. Danish Technical Press, Copenhagen, Denmark.

Finnegan, M. J., Pickering, C. A. C., Burge, P. S. 1984. The sick building syndrome: prevalence studies. *British Medical Journal* 289: 1573–1575.

Gładyszewska-Fiedoruk, K. 2013. Correlations of air humidity and carbon dioxide concentration in the kindergarten. *Energy and Buildings* 62: 45–50.

Haby, M. M., Marks, G. B., Peat, J. K., Leeder, S. R. 2000. Daycare attendance before the age of two protects against atopy in preschool age children. *Pediatric Pulmonology* 30, 5: 377–384.

Hagerhed-Engman, L., Bornehag, C. G., Sundell, J., Aberg, N. 2006. Day-care attendance and increased risk for respiratory and allergic symptoms in pre-school age. *Allergy* 61, 4: 447–453.

Hathaway, W. E., Hargreaves, J. A., Thomson, G. W., Novinstky, D. 1992. A summary of light related studies. A study into the effects of light on children of elementary school age – a case of daylight robbery.

http://www.naturallighting.com/cart/store.php?sc_page=62 (Pridobljeno 25. 8. 2014).

Heschong Mahone Group. 1999. *Daylighting in Schools. An investigation into the relationship between daylighting and human performance*. Pacific Gas and Electric Company: 29 str.
<http://h-m-g.com/downloads/Daylighting/schoolc.pdf> (Pridobljeno 25. 8. 2014).

Humphreys, M. A. 1977. A study of the thermal comfort of primary school children in summer. *Build Environment* 12: 231–9.

Hwang, R. L., Lin, T. P., Chen, C. P., Kuo, N. J. 2009. Investigating the adaptive model of thermal comfort for naturally ventilated school buildings in Taiwan. *International Journal of Biometeorology* 53: 189–200.

ISO 7730:2005(E). *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*.

ISO 7730:1993. *Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*.

ISO 7726:1985. *Thermal environments – Instruments and methods for measuring physical quantities*.

ISO/TC 205/WG 002. *Building environmental design*. 1998: 38 str.

- Johansson, P., Ekstrand-Tobin, A., Svensson, T., Bok, G. 2012. Laboratory study to determine the critical moisture level for mould growth on building materials. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 73: 23–32.
- Kacjan Žgajnar, K., Galičič, A., Zoran, U., Pajak, L., Dovjak, M. 2013. Analysis of sanitary-technical and hygienic conditions of Slovenian kindergartens and proposed measures. *International Journal of Sanitary Engineering Research* 7, 1: 4–20.
- Kacjan Žgajnar, K., Kukec, A., Fink, R., Oder, M., Bilban, M. 2009a. Hrup kot dejavnik tveganja na delovnem mestu vzgojiteljev. V: Rugelj, D., Sevšek, F. (ur.). *Zbornik predavanj Raziskovalni dan Zdravstvene fakultete, Ljubljana, Zdravstvena fakulteta*, 4: 103–110.
- Kacjan Žgajnar, K., Kukec, A., Fink, R., Oder, M., Bilban, M. 2009b. Hrup v vrtcih in izpostavljenost pri predšolskih otrocih. V: Rugelj, D., Sevšek, F. (ur.). *Zbornik predavanj Raziskovalni dan Zdravstvene fakultete, Ljubljana, Zdravstvena fakulteta*, 4. december 2009: str. 111–118.
- Košir, M. 2011a. Analiza regulacijskih sistemov bivalnega okolja v stavbah. *Gradbeni vestnik* 2011; 60, 9: 237–245.
- Košir, M. 2011b. Regulacija notranjega okolja z uravnavanjem stavbnega ovoja. *Arhitektura, raziskave* 2011; 1: 19–28.
- Košir, M., Krainer, A., Kristl, Ž. 2011. Integral control system of indoor environment in continuously occupied spaces. *Automation in construction* 21: 199–209.
- Krainer, A., Košir, M., Kristl, Ž., Dovjak, M. 2008. Pasivna hiša proti bioklimatski hiši. *Gradbeni vestnik* 57, 3: 58–68.
- Kristl, Ž. 2014. Dnevna svetloba. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente. 22 str.
<http://kske.fgg.uni-lj.si/> (Pridobljeno 02. 10. 2014)
- Kristl, Ž., Košir, M., Dovjak, M., Krainer, A. 2011. Študija dnevne osvetljenosti pisarniškega prostora glede na vizualne in biološke vplive. *Gradbeni vestnik* 60, 3: 58–68.
- LEED NC:2009. Daylight requirement.
- Long, M. 2006. *Architectural acoustics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press: str. 844.
- Marjanovič Umek, L. in Fekolja Peklaj, U. 2008. *Sodoben vrtec: možnosti za otrokov razvoj in zgodnje učenje*. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni inštitut Filozofske fakultete: 168 str.
- Marsh, A. J. 2006. *Aplikacija Psycho Tool*. ZDA, Square ONE research.
- McAllister, A., Granqvist, S., Sjölander, P., Sundberg, J. 2009. Child Voice and Noise: A Pilot Study of Noise in Day Cares and the Effects on 10 Children's Voice Quality According to Perceptual Evaluation. *Journal of Voice* 23, 5: 587–593.

Mestna občina Ljubljana. 2013. Hrup v vrtcu – osveščanje otrok, vzgojiteljev in staršev. Projekt za ohranjanje in promocijo zdravja otrok, mladostnic in mladostnikov. Vodja: mag. Katarina Kacjan Žgajnar. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta. Zaključen: 2013.

Millington, G. A. 1932. Modified Formula for Reverberation. *Journal of the Acoustical Society of America* 4: 69–82.

Missia, D. A., Demetriou, E., Michael, N., Tolis, E.I., Bartzis, J.G. 2010. Indoor exposure from building materials: A field study. *Atmospheric Environment* 44, 35, 4388–4395.

Mors, S., Hensen J. L. M., Loomans, M. G. L. C. 2011. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts. *Build Environment* 46, 12: 2454-61.

Neubauer, R., Kostek, B. 2001. Prediction of the reverberation time in rectangular rooms with non-uniformly distributed sound absorption. *Archives of Acoustics* 26: 183–201.

Nicklas, M.G., Bailey, G.B. 1997. “Daylighting in Schools.” *Strategic Planning for Energy and the Environment* 17, 2: 41–61.

Pajek, L., Dovjak, M., Kristl, Ž. 2013. Vpliv gliv v grajenem okolju na zdravje ljudi. *Gradbeni vestnik* 62: 176–187.

Pajek, L. 2012. Parametrična študija osvetljenosti in porabe energije za ogrevanje. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba L. Pajek): 30 str.

Paić, Z. 2002. *Sustavi površinskog grijanja i hlađenja*. Zagreb, Energetika marketing: 560 str.

Pardee, M. 2011. *Building an Infrastructure for Quality: An Inventory of Early Childhood Education and Out-of-School Time Facilities in Massachusetts*. Boston, Children’s Investment Fund: 43 str.

Passive House Institute. 2014. The independent institute for outstanding energy efficiency in buildings.

<http://www.passiv.de/> (Pridobljeno 22. 9. 2014).

Pejtersen, J., Clausen, G., Sorensen, D., Quistgaard, D., Iwashita, G., Zhang, Y., Fanger, P. O. 1991. Air pollution sources in kindergartens. V: *Proceedings of IAQ 1991, Healthy Buildings 1991*, Washington DC, Atlanta, ZDA, str. 221–224.

Pirc, J. 2014. Študija kakovosti zraka v montažno in klasično grajenem vrtcu. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba, J. Pirc): 68 str.

Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13).

<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3140#> (Pridobljeno 27. 8. 2014).

Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtea (Uradni list RS, št. 12/96 in 44/00).

- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02).
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV4223> (Pridobljeno 27. 8. 2014).
- PURES. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10).
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10043> (Pridobljeno 27. 8. 2014).
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 - popr. in 43/11 – ZVZD-1).
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno 27. 8. 2014).
- Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12).
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10622> (Pridobljeno 1. 9. 2014).
- Rajhans, G. S. 1985. Rationale for carbon dioxide guideline as an indicator of insufficient fresh air. V: Proceedings of the Fourth Canadian Building Congress, October 6-8, 1985; Ottawa, Canada.
- Redd, C. S., 2002. State of the Science on Molds and Human Health.
<http://www.cdc.gov/mold/pdfs/moldsci.pdf> (Pridobljeno 16. 10. 2014).
- Redlich, C. A., Sparer, J., Cullen, M. R. 1997. Sick-building syndrome. *Lancet* 349: 1013–1016.
- Roda, C., Barral, S., Ravelomanantsoa, H., Dusséaux, M., Tribout, M. LeMoullec, Y., Momasa, I. 2011. Assessment of indoor environment in Paris child day care centers. *Environmental Research* 111: 1010–1017.
- RSCBN. 2014. RS Components Branch Network.
<http://uk.rs-online.com/web/p/anemometers/4245320/> (Pridobljeno 22. 7. 2014).
- Ruotsalainen, R., Jaakkola, J. J. 1993. Ventilation and indoor air quality in Finnish daycare centers. *Environment International* 19, 2: 109–119.
- Sabine, W. C. 1964. *Collected Papers on Acoustics*. New York, Dover Publications: 279 str.
- Salvi, S. 2007. Health effects of ambient air pollution in children. *Paediatric Respiratory Reviews* 8, 275–280.
- Samet, J. M., Marbury, M. C., Spengler, J. D. 1987. Respiratory effects of indoor pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 79: 685–700.
- Sette, W. H. 1933. A New Reverberation Time Formula. *Journal of the Acoustical Society of America* 4: 193–210.
- SIST EN ISO 8996:2005. Ergonomija toplotnega okolja – Ugotavljanje presnovne toplote (ISO 8996: 2004).
- Sjödín, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landström, U., Lindberg, L. 2012. Noise and stress effects on preschool personnel. *Noise Health*, 14: 166–78.
- St-Jean, M., St-Amand, A., Gilbert, N. L., Soto, J. C., Guay, M., Davis, K., Gyorkos, T. W. 2012. Indoor air quality in Montréal area day-care centres, Canada. *Environmental Research*, 118: 1–7.

Stankeviča, G., Lešinskis, A. 2012. Indoor Air Quality and Thermal Comfort Evaluation in Latvian Daycare Centers with Carbon Dioxide, Temperature and Humidity as Indicators. *Journal of Civil Engineering and Architecture* 6, 5: 633–638.

Stat SI. 2014. Predšolska vzgoja in izobraževanje v vrtcih, Slovenija, šolsko leto 2013/14 – končni podatki. Statistični urad Republike Slovenije.

http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=6123 (Pridobljeno 1. 7. 2014).

Strah, B. 2005. Zdravstveno-higienski režim v vrtcu. Vrtec pod Gradom.

<http://vrtec-podgradom.org/zdravstveno-higienski-rezim-v-vrtcu/> (Pridobljeno 20. 5. 2014).

Šabec, A. 2013. Primerjalna študija svetlobnega in toplotnega udobja med montažnim in klasično zgrajenim vrtcem. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba, A. Šabec): 95 str.

Šestan, P., Kristl, Ž., Dovjak, M. 2013. Formaldehid v grajenem okolju in možen vpliv na zdravje ljudi. *Gradbeni vestnik* 62: 190–203.

Technical University of Denmark. 2009. Thermal Comfort and Productivity. European project Thermco, Thermal comfort in buildings with low-energy cooling.

http://www.thermco.org/cms/upload/Publications_public/ThermCo_ThermalComfort_and_Productivity.pdf (Pridobljeno 16. 7. 2014).

Teli, D., Jentsch, M. F., James, P. A. 2012. Naturally ventilated classrooms: an assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. *Energy and Buildings* 53: 166–82.

TSG-1-005:2012. Tehnična smernica TSG-1-005:2012. Zaščita pred hrupom v stavbah.

Uredba EU 305/2011. 2011. Regulation (EU) no 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:EN:PDF> (Pridobljeno 9. 7. 2014).

Viitanen, H., Ritschkoff, A. C. 1991. Mould growth in pine and spruce sapwood in relation to air humidity and temperature. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Products (Report No. 221).

Voltcraft. 2014. Voltcraft.

<http://www.voltcraft.de/> (Pridobljeno 25. 7. 2014).

Voss, P. Noise in children's daycare centres. 2005. V: magazine 8. Noise at Work. European Agency for Safety and Health at Work 2005; 23–25.

<https://osha.europa.eu/en/publications/magazine/8> (Pridobljeno 26. 8. 2014).

Wargoocki, P., Wyon, D.P. 2013. Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective. *Building and Environment* 59: 581–589.

WHO Regional Office for Europe. 2007. Development of WHO guidelines for indoor air quality: report on a working group meeting, Bonn, Germany, 17–18, October 2007.

Wisconsin department of health services. 2014. Carbon Dioxide.
<http://www.dhs.wisconsin.gov/eh/chemfs/fs/carbondioxide.htm> (Pridobljeno 24. 10. 2014).

Yun, H., Nama, I., Kim, J., Yang, J., Lee, K., Sohn, J. 2014. A field study of thermal comfort for kindergarten children in Korea: An assessment of existing models and preferences of children. *Building and Environment* 75: 182–189.

Zoran, U., Galičič, A., Pajek, L., Dovjak, M., Kacjan Žgajnar, K. 2013. Sanitarno tehnične razmere igralnic v vrtcih. V: Filej, B. (ur.). *Pravice, vrednote, svoboda, solidarnost in varnost: zbornik prispevkov / 5. študentska konferenca s področja zdravstvenih ved*, Novo mesto, 31. maj 2013: str. 362–368.

Zumtobel Lighting. 2014. *The Lighting Handbook*. Zumtobel Licht GmbH: 295 str.
<http://www.zumtobel.com/PDB/teaser/EN/lichthandbuch.pdf> (Pridobljeno 5. 9. 2014).

PRILOGA A: ANKETA O UDOBJU NA DELOVNEM MESTU

»Ta stran je namenoma prazna«

ANKETA O UDOBJU NA DELOVNEM MESTU

1. Spol: • M • Ž
2. Starost: _____ let
3. Telesne mere:
Višina _____ cm
Teža _____ kg

4. Obkrožite sliko z oblaci, v katera ste v tem trenutku oblečeni:



5. Kakšna je bila vaša aktivnost v zadnji uri?

Aktivnost	Zadnjih 10 min	Pred 10–20 min	Pred 20–30 min	Pred 30–60 min
Sedel/-la	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Normalna hoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hitra hoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekel/-la	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stal/-a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drugo: _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Kakšna se vam v tem trenutku zdi temperatura v igralnici?

Mrzlo	Hladno	Delno hladno	Nevtralno	Delno toplo	Toplo	Vroče
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Ali se v tem trenutku počutite udobno?

Premrzlo	Mrzlo	Hladno	Udobno	Toplo	Vroče	Prevroče
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. V tem trenutku si želim, da bi bilo:

hladneje	brez sprememb	topleje
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Kaj največkrat storite, ko vam je v igralnici

prevroče?

- Se slečem.
- Odprem okno.
- Vključim klimo/ventilator.
- Nič.
- Drugo: _____

premrzlo?

- Se oblečem.
- Vključim radiator.
- Nič.
- Drugo: _____

10. Kako bi v tem trenutku ocenili vlažnost v igralnici?

Prevlažno	Vlažno	Rahlo vlažno	Ravno prav	Rahlo suho	Suho	Presuho
○	○	○	○	○	○	○

11. Ali v tem trenutku občutite kakšno temperaturno razliko med glavo in gležnji?

- Da
- Ne

12. Kakšna se vam v tem trenutku zdi kakovost zraka v igralnici?

Zelo zatohlo	Zatohlo	Rahlo zatohlo	Nevtralno	Rahlo sveže	Sveže	Zelo sveže
○	○	○	○	○	○	○

13. Kaj največkrat storite, ko se vam zrak v igralnici zdi zatohel?

- Odprem okno, vrata.
- Nič.
- Drugo: _____

14. Kakšna se vam v tem trenutku zdi osvetljenost v igralnici?

Pretemno	Temno	Rahlo temno	Ravno prav	Rahlo svetlo	Zelo svetlo	Presvetlo
○	○	○	○	○	○	○

15. Kaj največkrat storite, ko se vam zdi:

pretemno?

- Dvignem senčilo/zavese.
- Prižgem luč.
- Nič.
- Drugo: _____

presvetlo?

- Ugasnem luč.
- Spustim senčilo.
- Nič.
- Drugo: _____

16. Ali se vam zdi, da je v tem trenutku v igralnici dovolj dnevne svetlobe?

- Da
- Ne

17. Ali se vam v tem trenutku blešči?

- Da
- Ne

18. Kaj največkrat storite, ko se vam blešči?

- Zagnem zavese/spustim senčilo.
- Se prestavim na drugo mesto, kjer se ne blešči.
- Nič.
- Drugo: _____

PRILOGA B: OBRAZCI ZA ZAPISOVANJE MERITEV V IGRALNICAH

B.1	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 1	B3
B.2	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 2	B7
B.3	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 3	B11
B.4	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 4	B15
B.5	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 5	B19
B.6	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 6	B23
B.7	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 7	B27
B.8	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 8	B31
B.9	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 9	B35
B.10	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 10	B39
B.11	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 11	B43
B.12	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 12	B47
B.13	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 13	B51
B.14	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 14	B55
B.15	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 15	B59
B.16	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 16	B63
B.17	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 17	B67
B.18	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 18	B71
B.19	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 19	B75
B.20	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 20	B79
B.21	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 21	B83
B.22	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 22	B87
B.23	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 23	B91
B.24	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 24	B95
B.25	Izpolnjen obrazec za zapisovanje meritev v igralnici št. 25	B99

Priloga B je v celoti priložena kot samostojna datoteka v formatu pdf.