

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO

Kandidat/-ka:

MIHA BOŽIČ

**PRENOVA VZGOJNOVARSTVENE USTANOVE Z
VIDIKA KAKOVOSTI NOTRANJEGA OKOLJA
IN RABE ENERGIJE**

**RENOVATION OF A CHILDCARE
INSTITUTION FROM THE PERSPECTIVE OF
INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY AND
ENERGY USE**

Mentor/-ica:
doc. dr. Mateja Dovjak

Predsednik komisije:

Član komisije:

2017

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
----------------	------------------	---------	--------

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	727:373.23:699.88(497.4)(043.2)
Avtor:	Miha Božič
Mentor:	doc. dr. Mateja Dovjak
Naslov:	Prenova vzgojnovarstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije
Tip dokumenta:	Diplomska naloga - univerzitetni študij
Obseg in oprema:	37 str., 24 pregl., 16 sl., 5 graf.
Ključne besede:	vzgojnovarstvene ustanove, prenova, kakovost notranjega okolja, raba energije, toplotno udobje, kakovost zraka

IZVLEČEK

Število otrok, vključenih v sistem predšolske vzgoje z leta v leto narašča. Z namenom varovanja otrok kot ranljive skupine je potrebno, da je okolje v vzgojnovarstvenih ustanovah zdravo, udobno, dejavniki tveganja za zdravje pa so preprečeni. Takšno okolje je stimulirajoče tako za otroke kot zaposlene. Pri načrtovanju energetske učinkovitih objektov se pogosto pozabi na uporabnike in kakovost notranjega okolja. Namen diplomske naloge bo izdelati predlog prenove izbranega objekta za potrebe vzgojnovarstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije. Metodologija bo vključevala analizo začetnega stanja z meritvami izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja in anketiranjem uporabnikov objekta. Na področju rabe energije in gradbene fizike bomo izvedli izračune s programsko opremo URSA in U-wert. Izmerjene vrednosti bomo primerjali z izračunanimi in zakonsko določenimi. Povezali bomo rezultate meritev, izračunov in mnenja uporabnikov. Na podlagi zaključkov bomo pripravili predloge ukrepov. Rezultati meritev, anket in izračunov so pokazali, da je objekt potrebno celovito sanirati. Meritve so pokazale, da je od zakonskih zahtev in/ali priporočil pogosto odstopala površinska temperatura na notranji strani konstrukcijskih sklopov, kar je vplivalo na občuteno temperaturo; pojavila se je slaba kakovost zraka in nezadostna raven osvetljenosti. Do podobnih zaključkov smo prišli tudi z rezultati anket. Uporabniki so nas opozorili na slabšo kakovost zraka, prepih, zaznali so tudi neustrezno toplotno okolje v igralnicah. Ankete so pokazale, da nezadostne ravni osvetljenosti uporabniki sicer niso zaznali (kljub prenizko izmerjenim vrednostim), vendar so se pogosto posluževali ukrepa po umetni razsvetljavi. Rezultati izračunov so primerljivi z ugotovitvami meritev in anket ter kažejo na previsok U-faktor, pojav kondenzacije, prenizke površinske temperature ter prekomerno rabo energije. Za izbrani objekt so predlagani celoviti ukrepi za doseg kakovostnega notranjega okolja ob minimalni možni rabi energije, ki naj se jih izvede ob sodelovanju stroke ter ob podpori mnenj uporabnikov objekta.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 727:373.23:699.88(497.4)(043.2)
Author: Miha Božič
Supervisor: doc. dr. Mateja Dovjak
Title: Renovation of a childcare institution from the perspective of indoor environmental quality and energy use
Document type: Graduation Thesis – University studies
Notes: 37 p., 24 tab., 16 fig., 5 graph.
Key words: children day care center, thermal comfort, indoor air quality, health, energy use

ABSTRACT

The number of children enrolled in the pre-school education system is growing every year. In order to protect children as vulnerable groups, it is necessary that the environment in educational institutions is healthy, comfortable, and the health risk factors are fully prevented. Such an environment is stimulating for both children and employees. When designing energy efficient facilities, it is often forgotten about users and the quality of the internal environment. The purpose of the thesis will be to prepare a proposal for the renovation of the selected facility for the needs of the educational institution in terms of the indoor environmental quality and energy use. The methodology will include a baseline analysis with measurements of selected parameters of the indoor environment quality and survey of users of the facility. In the field of energy use and building physics we will perform calculations with the URSA and U-wert software. The measured values will be compared with the calculated and statutory ones. We will link the results of the measurements, calculations and user reviews. Based on the conclusions, we will prepare proposals for measures. The results of measurements, surveys and calculations have shown that the building needs to be completely renovated. Measurements showed that the surface temperature on the inner side of the constructional complexes often deviated from the legal requirements and / or recommendations, which affected the operative temperatures; poor air quality and insufficient level of illumination. Similar results were obtained with the results of the surveys. Users warned us about poorer indoor air quality, drafts, and an inadequate thermal environment in playrooms. Surveys showed that users did not detect inappropriate levels of illumination (despite the insufficient measured levels of illumination), but they often used an artificial lighting. The results of the calculations are comparable with the findings of measurements and surveys and indicate a high U-factor, a phenomenon of condensation and a low surface temperature, and excessive energy use. For the selected building, comprehensive measures are proposed to achieve a quality of internal environment with the minimum possible use of energy, which should be carried out with the cooperation of the professions, supported by the opinions of the users of the facility.

ZAHVALA

Zahvaljujem se družini, ki mi je omogočila študij ter mi nudila vso podporo in razumevanje v času študija.

Za pomoč in podporo pri nastajanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mateji Dovjak in vsem zaposlenim v vrtcu Maja. Za pomoč pri lektoriranju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem ga. Anji Križnič.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE.....	I
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO GRAFIKONOV	X
1 UVOD	1
2 CILJI IN HIPOTEZE	3
2.1 Pregledati zakonodajo in priporočila na področju stavb za predšolsko vzgojo	3
2.2 Pregledati obstoječe raziskave na področju stavb za predšolsko vzgojo (kakovost notranjega okolja in rabe energije)	3
2.3 Izvesti ogled dejanskega stanja	3
2.4 Izvesti meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja.....	3
2.5 Izvesti anketne vprašalnike med vsemi uporabniki	3
2.6 Izvesti izračune izbranih parametrov rabe energije za obstoječe stanje	3
2.7 Izvesti izračune izbranih parametrov gradbene fizike za obstoječe stanje	3
2.8 Primerjati izmerjene parametre kakovosti notranjega okolja in izračunane parametre rabe energije ter gradbene fizike z zakonsko določenimi parametri.....	3
2.9 Povezava rezultatov meritev, simulacij in mnenj uporabnikov ter priprava predlogov ukrepov za prenovo.....	4
3 METODOLOGIJA.....	5
3.1 Pregled zakonodaje, priporočila in raziskave na področju stavb za predšolsko vzgojo	5
3.2 Ogled dejanskega stanja	7
3.2.1 Tehnične značilnosti obravnavanega objekta:	9
3.3 Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja.....	9
3.4 Anketni vprašalnik.....	12
3.5 Izračuni izbranih parametrov rabe energije in gradbene fizike ter primerjava z zakonsko določenimi parametri	12
4 REZULTATI	15
4.1 Rezultati pregleda zakonodaje, priporočil in raziskav na področju stavb za predšolsko vzgojo...	15
4.2 Ogled dejanskega stanja	16

4.3 Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja.....	18
4.4 Rezultati anketnega vprašalnika.....	22
4.5 Rezultati izračunov izbranih parametrov gradbene fizike in rabe energije ter primerjava z zakonsko določenimi parametri.....	24
4.6 Priprava predlogov in ukrepov za prenovo	27
5 ZAKLJUČEK	33
VIRI.....	34
SEZNAM PRILOG	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija enote Maja (vir:Atlas okolja).....	8
Slika 2: Zunanost vrtca – terasa (vir: lastni vir).....	8
Slika 3: Zunanost vrtca – vhod (vir: lastni vir).....	8
Slika 4: Merilnik Voltcraft DT 8820 (vir: spletna stran Voltcraft).....	10
Slika 5: Merilnik Extech LT40 Lux- meter (vir: spletna stran Extech).....	10
Slika 6: Merilnik IR900 – 30s (vir: spletna stran Voltcraft).....	11
Slika 7: Merilnik Voltcraft CM – 100 (vir: spletna stran Voltcraft).....	11
Slika 8: Programsko orodje U-wert.net (vir:spletna stran u-wert.net).....	12
Slika 9: Programsko orodje URSA (vir: ursa.si).....	13
Slika 10: Igralnica Metuljček 1 (vir: lasten vir, 30. 3. 2017).....	16
Slika 11: Igralnica Metuljček 2 (vir: lasten vir, 30. 3. 2017).....	16
Slika 12: Igralnica Ptički 1 (vir: lasten vir, 30. 3. 2017).....	16
Slika 13: Igralnica Ptički 2 (vir: lasten vir, 30. 3. 2017).....	16
Slika 14: Tloris objekta (vir: načrti arhitekture podjetja FIN ARS d.o.o.).....	17
Slika 15: Vrsta zasteklitve (vir: lasten vir, 6. 4. 2017).....	17
Slika 16: Leseno okno z dvojno zasteklitvijo (vir: spletna stran cer-slo.si).....	31

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Zakonsko določene vrednosti, in ali priporočene vrednosti, pravni akt, standard	6
Preglednica 2: Zahteve/priporočila za operativno temperaturo, zbrane iz pravilnikov in standardov (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02); CEN CR1752:1998; ISO 7730:2005; ISO 7730: 2005).....	7
Preglednica 3: Primer preglednice za pregled parametrov gradbene fizike	14
Preglednica 4: Primer preglednice za energetska bilanca stavbe.....	14
Preglednica 5: Primer preglednice za konstrukcijske sklope	14
Preglednica 6: Meritve v igralnici Metuljček (6.4.2017)	18
Preglednica 7: Meritve v igralnici Ptički (6.4.2017)	19
Preglednica 8: Meritve v igralnici Metuljčki (12.6.2017).....	20
Preglednica 9: Meritve v igralnici Ptički (12.6.2017)	21
Preglednica 10: Sestava konstrukcijskega sklopa – tla	24
Preglednica 11: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na S in J strani.....	24
Preglednica 12: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na V in Z strani	25
Preglednica 13: Sestava konstrukcijskega sklopa – strop proti neogrevanemu prostoru	25
Preglednica 14: Sestava konstrukcijskega sklopa – poševna streha.....	26
Preglednica 15: Raba energije za obravnavani objekt – obstoječe stanje	27
Preglednica 16: Energetska bilanca stavbe – obstoječe stanje	27
Preglednica 17: Identificirane pomanjkljivosti po področjih	28
Preglednica 18: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na S in J strani (dodana toplotna izolacija)	29
Preglednica 19: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na V in Z strani (dodana toplotna izolacija)...	29
Preglednica 20: Sestava konstrukcijskega sklopa – tla (dodana toplotna in zvočna izolacija).....	30
Preglednica 21: Sestava konstrukcijskega sklopa – strop proti neogrevanemu prostoru (dodana toplotna izolacija).....	30
Preglednica 22: Sestava konstrukcijskega sklopa – poševna streha	31
Preglednica 23: Raba energije za obravnavani objekt – novo stanje	32
Preglednica 24: Energetska bilanca stavbe – novo stanje	32

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Pogostost odgovorov na vprašanje: "Kako bi opisali temperature v zimskih mesecih?" (N = 10; "Prehladno" = 4, "Primerno" = 6, "Prevroče" = 0, "Ne vem" = 0).....	22
Grafikon 2: Pogostost odgovorov na vprašanje: "Kako bi opisali temperature v poletnih mesecih?" (N = 10; "Prehladno" = 0, "Primerno" = 3, "Prevroče" = 3, "Ne vem" = 4).....	22
Grafikon 3: Pogostost odgovorov na vprašanje: "Ali se kje v prostoru pojavlja plesen?" (N = 10; "Da" = 0, "Ne" = 10).....	22
Grafikon 4: Pogostost odgovorov na vprašanje: "Ali v zimskih mesecih prezračujete prostore (odpiranje oken)?" (N = 10; "Da" = 10, "Ne" = 0).....	23
Grafikon 5: Pogostost odgovorov na vprašanje (možnih je bilo več odgovorov): "Ali imate v prostoru kdaj naslednje težave (N = 10; "Glavobol" = 0, "Zadušljiv zrak" = 3, "Neprijetne vonjave" = 3, "Nahod" = 3, "Draženje oči" = 1, "Zmanjšanje koncentracije" = 0, "Padec storilnosti" = 0, "Ni težav" = 4).....	23

1 UVOD

“Ne moremo učiti otrok naj se vedejo lepše na takšen način, da se ob tem počutijo slabo. Če se otroci počutijo boljše, se tudi vedejo boljše”. (Pam Leo)

V današnjem času otroci preživijo precejšen del dneva zunaj domačega okolja, to je v vzgojnovarstvenih ustanovah. Nastanek vrtcev lahko pripišemo dvema motivoma: potreba po varstvu in potreba po edukaciji (Devjak, 2016). Med seboj lahko poudarjamo, kateri motiv prevladuje, vendar jima je skupno to, da za kvalitetno opravljanje obeh dejavnosti potrebujemo primeren prostor. Po Uredbi o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 102/04) stavbe za predšolsko vzgojo klasificiramo kot “Stavbe splošnega družbenega pomena” (126) in nadalje kot “Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo” (1263) ter “Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo” (12630), kamor spadajo tudi vrtci. Po podatkih STAT SI je bilo v šolskem letu 2015/2016 v predšolsko vzgojo in izobraževanje vključeno 85400 otrok, mlajših od 6 let, ki so bili razporejeni po 978 vrtcih in njihovih enotah (STAT SI, 2016). Trenutni trend kaže na to, da se vpisanost otrok v vrtce povečuje. Samo v zadnjih 10 letih, od 2006 do 2016 se je število novo vpisanih otrok povečalo za skoraj polovico (STAT SI, 2016).

Skladno s trendom naraščanja vpisanih otrok v predšolsko vzgojo pa se povečujejo tudi prostorske potrebe. Zmogljivosti obstoječih vrtcev in njihovih enot na področju Slovenije ne sledijo trenutnim trendom naraščanja vpisa otrok, zato se že pojavljajo prostorske stiske, kar pa privede do tega, da se predšolska vzgoja in izobraževanje izvaja v prostorih, ki prvotno niso bili namenjeni za to dejavnost (Kacjan Žgajnar s sod., 2013; Pajek, 2015; Zoran s sod., 2013). V skladu z mednarodnimi pravnimi akti, ki veljajo na področju Evropske unije (Direktiva 2010/31/EU in 2012/27/EU - o energetski učinkovitosti stavb; Direktiva 305/2011 - o gradbenih proizvodih), in nacionalnimi pravnimi akti (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 52/10) spadajo vzgojnovarstvene ustanove med objekte, ki jih je potrebno energetsko prenoviti. Evropska unija je marca 2007 sprejela tudi strategijo 20-20-20 do 2020 (EPBD-r 2010/31/EU), kjer so določeni trije cilji: povečanje energetske učinkovitosti za 20%, povečanje deleža obnovljive energije za 20% in zmanjšanje izpusta toplogrednih plinov za 20%. Hkrati pa so se države članice v skladu z Direktivo 2010/31/EU zavezale tudi, da so po 31. decembru 2020 vse nove stavbe skoraj nič – energijske stavbe in da po 31. decembru 2018 nove stavbe, ki jih javni organi uporabljajo kot lastniki, zagotovijo, da so to skoraj nič – energijske stavbe.

Vzgojnovarstvene ustanove predstavljajo specifično okolje za otroke in zaposlene, zato je potrebno, da je okolje zdravo in udobno. Tako je potrebno poleg gradbeno-tehničnih zahtev izpolniti tudi vse sanitarno-tehnične in higienske zahteve (Direktiva EU 305/2011; 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, 47/13, 74/16 in 20/17; Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Uradni list RS št. št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1).

V realnosti se pogosto dogaja, da se pri energetski prenovi pogosto spregleda kakovost notranjega okolja. Nezdrave in neudobne razmere se pogosto odražijo v sindromu bolnih stavb (ang. *Sick Building Syndrome*, SBS) (Dovjak in Kukec, 2014). Glavni vzroki za pojav simptomov sindroma bolnih stavb, ki so povezani z napačno zasnovo stavb, so toplotno neudobne razmere hkrati z neustrezno vlažnostjo zraka, prekomerno raven hrupa, nezadostno osvetljenostjo z dnevno svetlobo in neprimerno kakovostjo zraka (Dovjak in Kukec, 2014). To ima vpliv na uporabnike okolja vrtca: otroke, zaposlene in starše. Otroke kot ranljivo skupino je potrebno zaščititi in ustvariti zdravo, udobno in stimulirajoče okolje.

Leta 2010 je bila izvedena raziskava o določanju kakovosti notranjega okolja v vrtcih avtoric Nine Pirnat, Ane Hojs, Eve Grilc, ki je skupaj zajemala kar 80 vrtcev po celotni Sloveniji (Pirnat s sod., 2010). Ugotovljeno je bilo, da kar polovica vrtcev ni bila ustreznih glede na področno zakonodajo. Magistrska naloga Pajek (2015) je analizirala stanje v 18 vrtcih v mestni občini Ljubljana in ugotovila, da je v večini igralnic slaba kakovost notranjega okolja in, da se subjektivne ocene udobja ne skladajo z objektivnimi ocenami parametrov udobja. Do podobnih zaključkov so prišli tudi avtorji tujih raziskav predvsem na

področju kakovosti zraka (Marcotte, 2016), vpliva osvetljenosti na zdravje uporabnikov v vzgojnovarstvenih ustanovah (Mirrahimi s sod. 2013) in tudi na področju toplotnega udobja v izobraževalnih ustanovah v UK (Barbhuiya, 2013).

Namen diplomske naloge bo izdelati predlog prenove izbranega objekta za potrebe vzgojnovarstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije, zato se bomo poslužili nove metode, ki vključuje uporabnike - zaposlene v vrtcu. V metodologijo bomo vključili analizo začetnega stanja, ki bo vključevala meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja (karakteristični dan v zimski in letni sezoni) in anketiranje uporabnikov objekta. Izvedli bomo tudi izračune rabe energije in izbranih parametrov gradbene fizike s programoma URSA in U-wert. Izmerjene vrednosti bomo primerjali z izračunanimi ter zakonski določili. Povezali bomo rezultate meritev, izračunov in mnenja uporabnikov. Na podlagi zaključkov bomo pripravili predloge ukrepov. Motiv za nalogo smo dobili na pobudo Občine Zagorje ob Savi, ki se je že pred časom lotila temeljite prenove javnih objektov in infrastrukture z namenom, da bi uporabnikom zagotovila čimboljše pogoje za opravljanje svojih dejavnosti.

2 CILJI IN HIPOTEZE

Z namenom diplomske naloge smo definirali naslednje cilje:

2.1 Pregledati zakonodajo in priporočila na področju stavb za predšolsko vzgojo

Poiskati in zajeti vso zakonodajo na področju vzgojnovarstvenih ustanov (mednarodna, nacionalni pravni akti, priporočila) in izbor ciljnih vrednosti, katere bi s predlogom prenove želeli izpolniti.

2.2 Pregledati obstoječe raziskave na področju stavb za predšolsko vzgojo (kakovost notranjega okolja in rabe energije)

Poiskati raziskave na področju kakovosti notranjega okolja in rabe energije v prostorih, ki so namenjeni izvajanju predšolske vzgoje in izobraževanja ter definirati problemska področja in vzporednice z obravnavanim objektom v diplomski nalogi.

2.3 Izvesti ogled dejanskega stanja

Pri ogledu dejanskega stanja se bomo osredotočili na obravnavani objekt, vključene bodo ankete in kratki intervjuji s samimi uporabniki objekta in pregled, ali se v določenih prostorih objekta pojavljajo kakšne težave, ki bi jih lahko pripisali napačni gradbeni zasnovi oziroma izvedbi.

2.4 Izvesti meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja

Po ogledu dejanskega stanja bomo izbrali dva prostora, ki najbolj izstopata po pogostosti pojava težav, ki bi jih lahko pripisali sami gradbeni izvedbi. Izvedena bo meritev v dveh časovnih obdobjih, v spomladanskem in poletnem času (karakteristični dan). Pri izvedbi meritev se bomo osredotočili na naslednje parametre kakovosti notranjega okolja:

- temperatura zraka v prostoru $T_{\text{air,in}}$ (°C)
- srednja sevalna temperatura T_{mr} (°C)
- operativna (ali tudi občutena temperatura) T_o (°C)
- relativna vlažnost RH_{in} (%)
- osvetljenost L (lx)
- koncentracija CO_2 (ppm)

Klimatske parametre v zunanjem okolju bomo pridobili s spletne strani agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2017).

2.5 Izvesti anketne vprašalnike med vsemi uporabniki

Z namenom ugotovitve subjektivne ocene trenutnega stanja kakovosti notranjega okolja bo zasnovana kratka anketa. Razdeljena bo med vse uporabnike obravnavanega objekta (zaposleni). S pomočjo njihovih odgovorov bomo definirali problematična področja, ki so lahko povezana z gradbenega vidika in vidika kakovosti notranjega okolja.

2.6 Izvesti izračune izbranih parametrov rabe energije za obstoječe stanje

S programskih orodjem URSA bo izvedena analiza trenutnega stanja porabe energije v obravnanem objektu in določitev kritičnih točk kot potencialnih mest za izboljšave.

2.7 Izvesti izračune izbranih parametrov gradbene fizike za obstoječe stanje

S programskim orodjem URSA in U-wert bo izvedena analiza konstrukcijskih sklopov v obstoječem stanju in s tem določitev kritičnih točk, nato pa bodo preverjeni še parametri gradbene fizike.

2.8 Primerjati izmerjene parametre kakovosti notranjega okolja in izračunane parametre rabe energije ter gradbene fizike z zakonsko določenimi parametri

Narejena bo analiza obstoječega stanja, ki jo bomo primerjali z zakonsko predpisanimi vrednostmi in na podlagi katerih bomo lahko določili izhodiščne točke za prenovo oziroma izboljšanje trenutnega stanja.

2.9 Povezava rezultatov meritev, simulacij in mnenj uporabnikov ter priprava predlogov ukrepov za prenovo

Na koncu bomo glede na vse zbrane podatke pripravili listo možnih ukrepov, s katerimi bi izboljšali dejansko stanje kakovosti notranjega okolja in rabe energije.

Predvidevamo, da bomo pri ogledu dejanskega stanja objekta zaznali vpliv pomanjkljive gradbene zasnove in izvedbe, da bodo izmerjene vrednosti izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja odstopale od zakonsko predpisanih. Predvidevamo, da bodo rezultati anket pokazali na težave, ki bi jih lahko pripisali napačni gradbeni zasnovi oziroma izvedbi. Pri izračunu izbranih parametrov gradbene fizike in rabe energije za obstoječe stanje predvidevamo tudi, da vrednosti ne bodo zadostile zakonsko predpisanim.

3 METODOLOGIJA

3.1 Pregled zakonodaje, priporočila in raziskave na področju stavb za predšolsko vzgojo

Zakonodajo in priporočila smo iskali na naslednjih spletnih straneh: Pravno-informacijski sistem Republike Slovenije, EUR-Lex European Union law, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Ministrstvo za zdravje RS, Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ). Statistične podatke smo pridobili na straneh Statističnega urada RS in Eurostata.

Pri pregledu raziskav smo podatke pridobili iz baz Science Direct, Cobiss, The Internet Public Library.

Literaturo smo iskali tako v slovenskem kot angleškem jeziku. V slovenščini smo največkrat uporabili ključne besede: “vzgojnovarstvena ustanova IN (kakovost notranjega okolja ALI toplotno udobje ALI svetlobno udobje ALI kakovost zraka)”. V angleškem jeziku smo uporabili ključne besede: “kindergarten OR children daycare centers AND (air quality OR thermal comfort OR air pollution)”. Zajeta je bila vsa literatura od 1970 do 2017.

Mednarodni pravni akt, ki velja za objekte v celoti in njihove posamezne dele, je Direktiva 305/2011. Navaja 7 bistvenih zahtev, ki jih morajo izpolnjevati gradbeni proizvodi na trgu. Področna nacionalna pravna akta, ki določata načrtovanje stavb za izvajanje predšolske vzgoje in izobraževanja sta Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 47/10, 126/08, 47/10 in 47/13) in Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02). Vključili pa smo tudi standarde in priporočila.

Pri pregledu zakonskih zahtev in priporočil za vrtce se bomo osredotočili na naslednje parametre kakovosti notranjega okolja:

- temperatura zraka v prostoru $T_{\text{air,in}}$ (°C)
- srednja sevalna temperatura T_{mr} (°C)
- operativna (ali tudi občutena temperatura) T_o (°C)
- relativna vlažnost RH_{in} (%)
- osvetljenost L (lx)
- koncentracija CO_2 (ppm)

V nadaljevanju bo v preglednici št. 1 za vsak posamezni parameter udobja predstavljena zakonsko določena vrednost in ali priporočilo, na katero moramo biti pozorni pri načrtovanju vzgojnovarstvenih ustanov. Pri določanju zakonsko določenih parametrov smo vrednosti pridobili iz Pravilnika o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca ter Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb ter poročnih standardov. Predpisane in ali priporočene vrednosti bomo uporabili v primerjavi z izmerjenimi v igralnicah v vrtcu.

Preglednica 1: Zakonsko določene vrednosti, in ali priporočene vrednosti, pravni akt, standard

Temperatura zraka v prostoru $T_{air,in}$ (°C)	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 vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 47/10, 126/08, 47/10 in 47/13) ANSI /ASHRAE Standard 62.2: 2004	V času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C, v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer 20 °C v prostorih za otroke in 23 °C v prostorih za nego otrok do 3 let. $23\text{ °C} \leq T_{air,in} \leq 26\text{ °C}$
Srednja sevalna temperature T_{mr} (°C)	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)	Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C, za toplo steno < 35 °C, za hladen strop < 18 °C, za tople strop < 7 °C
Operativna (ali tudi občutena temperatura) T_o (°C)	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02), CEN CR 1752:1998	Optimalna T_o za otroški vrtec v času ogrevanja je $20,0 \pm 3,5\text{ °C}$, v času hlajenja je $23,5 \pm 1,0\text{ °C}$
Relativna vlažnost RH_{in} (%)	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)	Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %
Osvetljenost L (lx)	Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 47/10, 126/08, 47/10 in 47/13)	V igralnicah - 300 Lx, v prostoru za nego - 500 Lx, na delovnih površinah - 350 Lx, v drugih prostorih po veljavnem standardu
Koncentracija CO₂ (ppm)	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02), ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004	Dopustna vrednost CO ₂ v prostorih znaša 1667 ppm , priporočena vrednost znaša 1000 ppm

V naslednjih preglednicah bodo prikazane vrednosti za operativno (ali tudi občuteno) temperaturo za različne vrste stavb. Pri določitvi kriterijev bomo uporabili strožje vrednosti, saj razumemo otroke kot občutljivo skupino uporabnikov.

Preglednica 2: Zahteve/priporočila za operativno temperaturo, zbrano iz pravilnikov in standardov (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02); CEN CR1752:1998; ISO 7730:2005; ISO 7730: 2005)

Prostor	Operativna ali občutena temperatura		Vir:
	Poletje [°C]	Zima [°C]	
Vrtec	$23,5 \pm 2,5$	$20,0 \pm 3,5$	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)
Vrtec	$23,5 \pm 1,0$	$20,0 \pm 1,0$	CEN CR1752:1998; ISO 7730:2005
Vrtec	$23,5 \pm 1,0$	$20,0 \pm 1,0$	ISO 7730: 2005

Pri določanju kazalnikov energijske učinkovitosti bomo vrednosti pridobili iz Tehnične smernice za graditev (Tehnična smernica TSG-1-004, 2010) in Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10), ki skupaj določata gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg zakonsko določenih zahtev. Pri tem moramo biti pozorni na naslednje pojme:

- H_T' [W/(m² K)] – koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino A [m²] toplotnega ovoja stavbe. (1)

$$H_T' \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4} \quad (1)$$

- f_0 [m⁻¹] – “faktor oblike” je razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe A [m²] in neto ogrevano prostornino V_e [m³].
- z – brezdimenzijsko razmerje med površino oken (gradbene odprtine) in površino toplotnega ovoja stavbe.
- T_L [°C] – povprečna letna temperatura zunanjega zraka.

- Q_{NH} [kWh] – “letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe” je potreba po toploti, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, določenih po standardu SIST EN ISO 13790.
- Q_{NH}/V_e [kWh/(m³a)] – dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} [kWh] stavbe, preračunana na enoto kondicionirane prostornine V_e [m³] – velja za javne stavbe in ne sme preseči vrednosti, določene po enačbi (2)

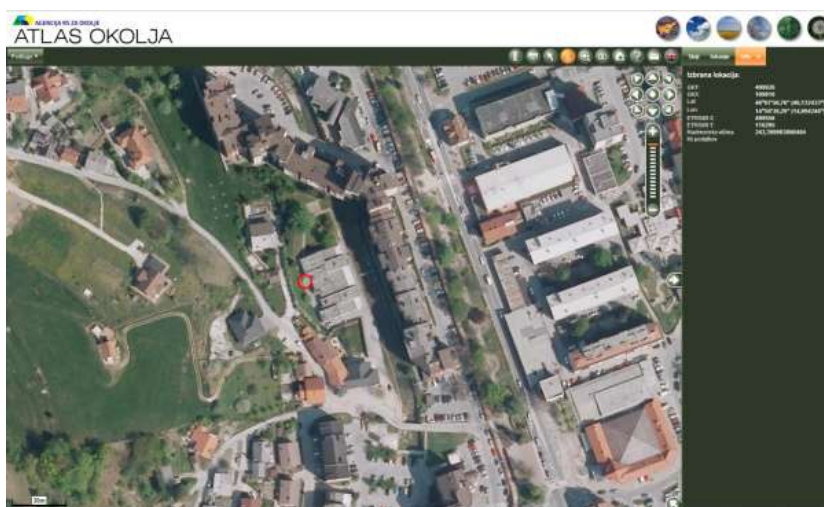
$$\frac{Q_{NH}}{V_e} \leq 0,29(45 + 60f_0 - 4,4T_L) \quad (2)$$

- U_{MAX} [W/(m²K)] – mejne vrednosti toplotnih prehodnosti za zunanje površine stavbe in ločilnih elementov stavbe z različnimi režimi.

3.2 Ogled dejanskega stanja

Pri ogledu dejanskega stanja se bomo osredotočili na obravnavani objekt, vključeno bo anketiranje uporabnikov objekta in pregled posameznih prostorov, v katerih se pojavljajo težave, ki bi jih lahko pripisali napačni gradbeni zasnovi oziroma izvedbi.

Vrtec Zagorje ob Savi obsega 5 enot. Diplomaska naloga bo obravnavala enoto Maja, katera se nahaja na naslovu Pečarjeva 4.



Slika 1: Lokacija enote Maja (vir: Atlas okolja)

Stavba je bila zgrajena v letu 1984 in obsega skupno površino v pritličju v velikosti 645,6 m². Za potrebe igralnic je namenjeno 287,5 m² tlorisne površine.

Stavba je pravokotne oblike in obsega dve etaži. Zunanje in notranje nosilne stene so iz armiranega betona. Streha je v osnovi dvokapnica, vendar je višinsko razdeljena glede na posamezne notranje prostore. Vse dejavnosti se izvajajo v pritličju, mansardni del pa je uporabljen kot shramba. V pritličju je bila prvotno zasnovana uprava, ki pa se je z izgradnjo drugega vrtca preselila na novo lokacijo. Ostali prostori obsegajo še kuhinjo, manjšo pralnico in kurilnico. Največji del tlorisne površine zavzema pet igralnic, ki jih najdemo na vzhodni strani objekta. Štiri igralnice so pritlične, velika igralnica, ki se nahaja na S strani objekta pa je mansardna. Od tega si po dve igralnici skupaj, razen velike igralnice delita sanitarije in garderobe. (FIN ARS d.o.o., 2014).



Slika 2. : Zunanost vrtca – terasa (vir: lastni vir)



Slika 3: Zunanost vrtca – vhod (vir: lastni vir)

3.2.1 Tehnične značilnosti obravnavanega objekta:

Konstrukcija

Zunanji in notranji nosilni zidovi so armirano betonski, debeline 20 cm. Vsi zunanji zidovi na južni in severni strani imajo na notranji strani dodanih 20 cm porobetona. Objekt je temeljen na pasovnih temeljih. Obodni na smeri sever-jug so dimenzije 40 / 60 cm, notranji pa 50 / 180 cm, medtem ko so vsi temelji na smeri vzhod-zahod pasovni, dimenzije 60/165 cm. Etažna plošča je debeline 18 cm, na straneh je ojačana – 40 / 38 cm. Plošča je nad vsemi prostori pritličja razen v veliki igralnici, ki je mansardna – tu pa gresta čez prostor dva nosilca na medsebojni osni razdalji 4,10 m in sta dimenzije 40/60 cm ter premoščata razdaljo 8 m. Ostrešje je leseno, kapne lege in lege, ki so podprte z AB podporo so dimenzij 16/16 cm, ostale pa so dimenzij 22/24 cm, zarezniki so dimenzij 12/16 cm. Strešna kritina je bila menjana pred dvema letoma in je pločevinasta (FIN ARS d.o.o., 2014).

Fasada

Fasada na južnih oz. severnih smereh je betonska, barvana z belo barvo, na vzhodnih in zahodnih straneh pa je fasadna opeka, d=12 cm položena na 6 cm stiropora (FIN ARS d.o.o., 2014).

Stavbno pohištvo

Obstoječih 29 zunanjih oken je zastekljenih s termopan steklom (dvojna zasteklitev) v lesenih okvirjih, ki so iz hrastovega lesa, zaščiteni s temno-rjavim / črnim premazom (FIN ARS d.o.o., 2014).

3.3 Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja

Po ogledu dejanskega stanja bomo izbrali dva prostora, ki najbolj izstopata po pogostosti pojava težav, ki bi jih lahko pripisali sami gradbeni zasnovi oziroma izvedbi. Izvedena bo meritev v dveh časovnih obdobjih, v spomladanskem in poletnem času (karakteristični dan za spomladanski čas bo 6.4.2017, za poletni čas pa 12.6.2017). Pri izvedbi meritev se bomo osredotočili na naslednje parametre kakovosti notranjega okolja:

- temperatura zraka v prostoru $T_{air,in}$ (°C)
- srednja sevalna temperatura T_{mr} (°C)
- operativna (ali tudi občutena temperatura) T_o (°C) (1)

$$T_o = \frac{T_{mr} + T_{air}}{2} \quad (1)$$

- relativna vlažnost RH_{in} (%)
- osvetljenost L (lx)
- koncentracija CO_2 (ppm)

Klimatske parametre v zunanjem okolju bomo pridobili s spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2017) in bodo zajemali naslednje podatke:

- temperatura zraka v zunanjem okolju T_{air} (°C)
- tip vremena

Pri izvedbi meritev bomo uporabili več različnih tipov merilcev. Najprej sledi opis merilca, na katerem je možno izmeriti več parametrov in bo v diplomski nalogi primeren za naslednje vrste meritev:

- temperatura zraka v prostoru $T_{air, in}$ (°C)
- relativna vlažnost RH_{in} (%)

Za te dve vrsti meritev bo uporabljen merilnik **Voltcraft DT 8820**.



Tehnični podatki:

- Termometer tipa K: -20 do +50 °C (notranji), -20 do +750 °C (zunanji), Ločljivost 0,1 °C
- Merilnik hrupa: 35 do 130 dB, Ločljivost 0,1 dB, Frekvenčno območje 32 Hz - 10 kHz
- Merilnik svetlobe: 0,01 - 20 000 Lux, Ločljivost 0,01 Lux
- Vlagomer: 25 - 95% RH, Ločljivost 0,1%

Slika 4: Merilnik Voltcraft DT 8820 (vir: spletna stran Voltcraft)

Za potrebe meritev osvetljenosti L (lx) bo uporabljen merilnik **Extech LT40 Lux-meter**:



Tehnični podatki:

- Merilnik standardne osvetljenosti in osvetljenosti belih LED luči
- Vgrajen senzor
- Barvno in kosinus popravljene meritve
- Merilno območje do 400 000Lux/40.000 Fc s točnostjo meritve $\pm 3\%$

Slika 5: Merilnik Extech LT40 Lux- meter (vir: spletna stran Extech)

Meritve površinskih temperatur v igralnicah bomo izvedli s pomočjo merilnika Voltcraft IR 900 – 30s. S pomočjo Microsoft Excel-a bomo določili srednjo vrednost, ki predstavlja srednjo sevalno temperaturo T_{mr} (°C).

Tehnični podatki:

- Optika: 30:1
- Merilno območje: -50 do +900 °C
- Optični in akustični opozorilni prikaz
- Dodatna funkcija kontaktnega merjenja



Slika 6: Merilnik IR900 – 30s (vir: spletna stran Voltcraft)

Za določitev kakovosti notranjega zraka v prostoru bomo izmerili vrednosti CO₂, ki pa bodo izmerjene s pomočjo merilnika **Voltcraft CM – 100**.



Tehnični podatki:

- Prikaz CO₂ in temperature
- Nastavljiv zvočni alarm
- Zunanji senzor
- Natančnost meritve: ± 40 ppm

Slika 7: Merilnik Voltcraft CM – 100 (vir: spletna stran Voltcraft)

3.4 Anketni vprašalnik

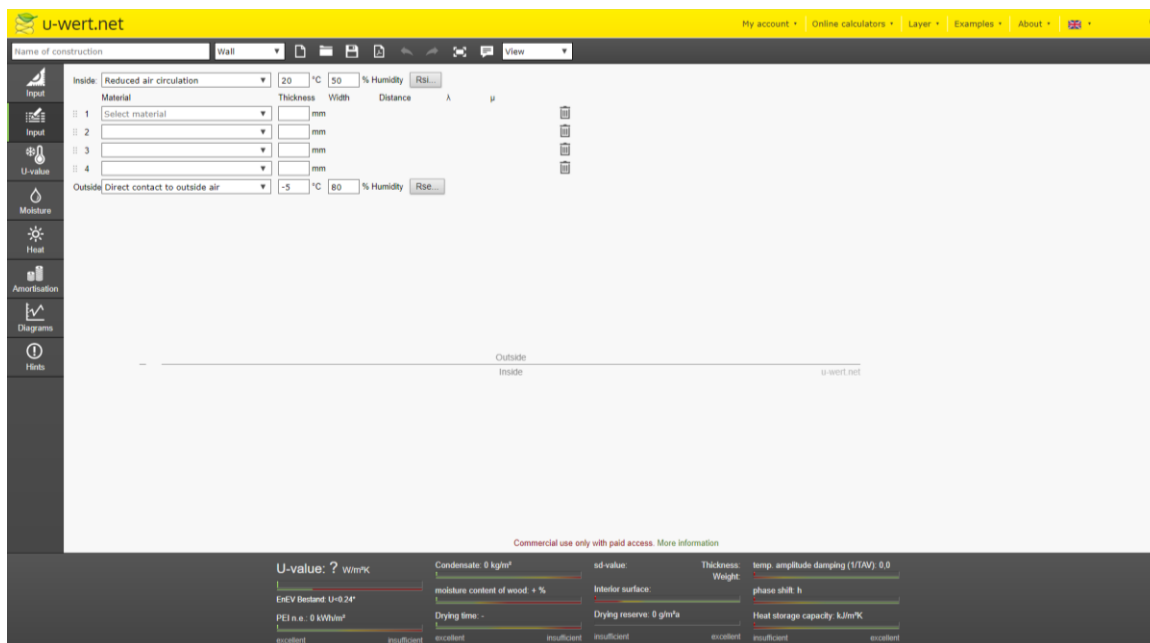
Z namenom ugotovitve subjektivne ocene trenutnega stanja kakovosti notranjega okolja bo zasnovana kratka anketa. Razdeljena bo med vse uporabnike obravnavanega objekta (vsi zaposleni). S pomočjo njihovih odgovorov bomo nato definirali problematična področja, ki so lahko povezana z gradbenim vidikom objekta. Anketni vprašalnik bo obravnaval naslednja področja:

- Toplotno udobje v prostorih
- Svetlobno udobje
- Kakovost zraka v posameznih prostorih
- Vedenje navade uporabnikov glede prezračevanja
- Možne zdravstvene težave uporabnikov
- Zvočno udobje

Primer nerešene ankete, ki bo razdeljena med uporabnike vzgojnovarstvene ustanove je v PRILOGI A.

3.5 Izračuni izbranih parametrov rabe energije in gradbene fizike ter primerjava z zakonsko določenimi parametri

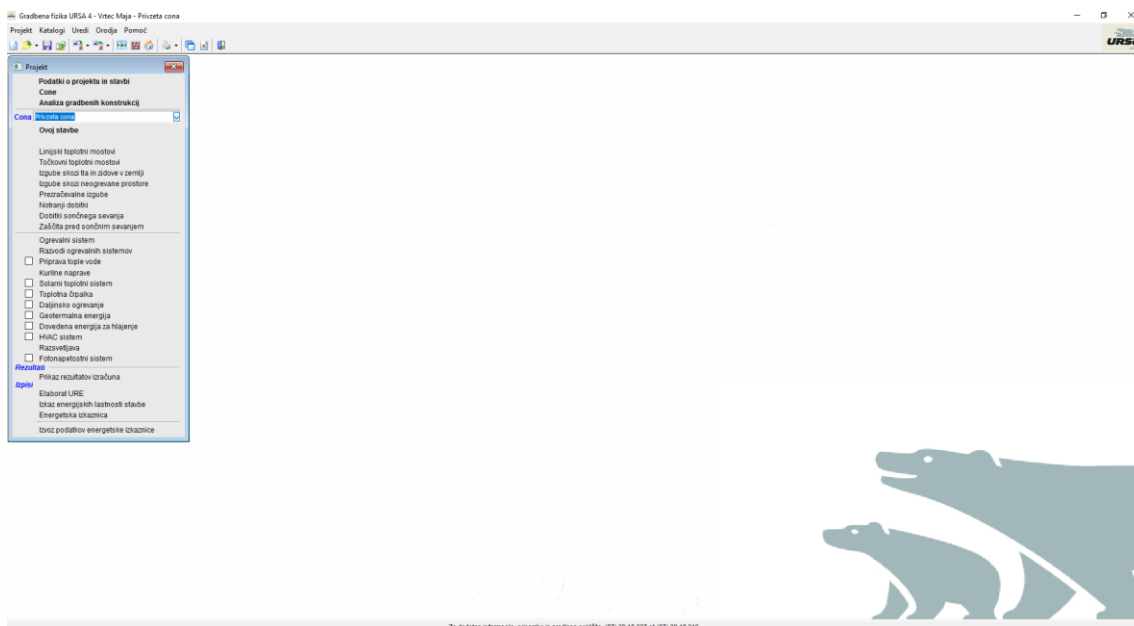
Najprej bomo preverili ustreznost konstrukcijskih sklopov s programskim orodjem U-wert, ki je prosto dostopno na spletni strani U-wert.net. Programsko orodje nam omogoča sestavo različnih tipov konstrukcijskih sklopov kot tudi izbiro gradbenih materialov, hkrati pa preverja njihovo ustreznost.



Slika 8: Programsko orodje U-wert.net (vir: spletna stran u-wert.net)

Naslednje programsko orodje, to je URSA, je tudi prosto dostopno na spletni strani ursa.si in nam omogoča izračun parametrov gradbene fizike in energetsko bilanco objekta. Najprej bomo določili geometrijo stavbe in točno lokacijo postavitve ter tako dobili vse klimatske podatke.

Objekt bomo nato razdelili glede na cone namembnosti in tudi vrsto ogrevanja. Po določeni geometriji bomo sestavili konstrukcijske sklope, program pa nam bo izdal elaborat gradbene fizike in rabe energije glede na Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010). Program ima možnost analize konstrukcijskih elementov na različnih pozicijah, in sicer od tal do sten ter strehe.



Slika 9: Programsko orodje URSA (vir: ursa.si)

V diplomski nalogi se bomo osredotočili na sledeče parametre:

- U_{MAX} [$W/(m^2K)$] – mejne vrednosti toplotnih prehodnosti za zunanje površine stavbe in ločilnih elementov stavbe z različnimi režimi.
- H_T' [$W/(m^2K)$] – koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub skozi površino A [m^2] toplotnega ovoja stavbe.
- Q_{NH} [kWh/a] – “letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe” je potreba po toploti, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, in je določena po standardu SIST EN ISO 13790.
- Q_{NH}/V_e [$kWh/(m^3a)$] – dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} [kWh] stavbe, preračunana na enoto kondicionirane prostornine V_e [m^3] – velja za javne stavbe.

Pri računu s programskim orodjem URSA bomo nato izvedli elaborate gradbene fizike za obstoječe stanje in predloge prenove, kjer bomo nato izračunane vrednosti prikazali v preglednicah. Vanje bomo vnesli izračunane vrednosti, ki jih bomo nato primerjali z zakonsko določenimi. V kolikor bo izračunana vrednost pod zakonsko določeno, bomo celico označili kot ustrezno, v nasprotnem primeru jo bomo označili kot neustrezno in bo zraven dodan komentar. Vrsta parametrov gradbene fizike, na katere bomo pozorni v diplomskem delu, je objavljena v spodnji, prazni preglednici.

Preglednica 3: Primer preglednice za pregled parametrov gradbene fizike

V0	Obstoječe stanje	Priporočene/zahtevane vrednosti
Vrsta stavbe		
Neto uporabna površina stavbe A_u [m ²]		
V_e [m ³]		
A_{ovoj} [m ²]		
$f_o (A_{ovoj}/V_e)$ [m ⁻¹]		
H_{tr} [W/(m ² K)]		
Q_{NH} [kWh]		
Q_{NC} [kWh]		
Q_{NH}/V_e [kWh/(m ³ a)]		
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine Q/V_e [kWh/m ³ a]		
Letni izpusti CO ₂ [kg]		
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine [kg/(m ³ a)]		

Preglednica 4: Primer preglednice za energetske bilanco stavbe

V0	Stavba
Transmisijske izgube [W/K]	
Ventilacijske izgube [W/K]	
Skupne izgube [W/K]	
Notranji viri [W]	
Solarni dobitki [kWh]	

Preglednica 5: Primer preglednice za konstrukcijske sklope

Pozicija			
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]	
1. Material 1			
2. Material 2			
3. Material 3			
4. Material 4			
5. Material 5			
Skupna debelina [cm]			
U-faktor [W/(m ² K)]		>	U-faktor max [W/(m ² K)]
$T_{površinska}$ [°C]			Sloj nastopa kondenzacije
Kondenzacija vodne pare [da/ne]			Čas izsuševanja
Zakasnitev V [h]			

3.6 Priprava predlogov in ukrepov za prenovo

Na koncu bomo izvedli povezavo rezultatov meritev, simulacij in mnenj uporabnikov ter glede na vse zbrane podatke pripravili listo možnih ukrepov, s katerimi bi izboljšali dejansko stanje kakovosti notranjega okolja in rabe energije.

4 REZULTATI

4.1 Rezultati pregleda zakonodaje, priporočil in raziskav na področju stavb za predšolsko vzgojo

Pri pregledu slovenske zakonodaje lahko vidimo, da je področje toplotnega udobja opisano in predstavljeno v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Pravilniku o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca in podobnih standardih. V diplomski nalogi se bomo osredotočili na zgoraj omenjene parametre kakovosti notranjega okolja, saj glede na same uporabnike so le ti najbolj dovzetni za vplive in spremembe, ki se pojavijo v prostoru. V nadaljevanju bomo preverili raziskave na področju kakovosti notranjega okolja in rabe energije v prostorih, ki so namenjeni izvajanju predšolske vzgoje in izobraževanja.

V letu 2010 je bila izvedena raziskava avtorjic Nine Pirnat, Ane Hojs, Eve Grilc (Pirnat s sod., 2010). Vključila je 80 vrtcev na celotnem področju Slovenije in je bila izvedena na področju ugotavljanja alergogenega potenciala v vrtcih, in sicer je ugotavljala dejavnike tveganja notranjega okolja. Pri raziskavi je bilo ugotovljeno, da je bila večina vzgojnovarstvenih ustanov zgrajena med 1971 in 1980.

Glavne ugotovitve raziskave so bile:

- V približno polovici vrtcev so bile temperature zraka v notranjem okolju neprimerne glede na letni čas.
- V nekaterih vrtcih je bila vidna prisotnost kondenza na stenah ali oknih.
- Slaba izolacija.
- Azbestna kritina in pregrade (Pirnat s sod., 2010).

Magistrska naloga Luka Pajka je v letu 2015 analizirala stanje v 25 igralnicah v 18 vrtcih mestne občine Ljubljana. Predmet magistrske naloge je zajemal ključne parametre kakovosti notranjega okolja: toplotno udobje, relativno vlažnost zraka, svetlobno in zvočno udobje. Glavne ugotovitve so bile:

- Udobje v večini vrtcev je bilo slabo.
- Najbolj pomanjkljivo področje je svetlobno udobje.
- Velika starost obravnavanih objektov.
- Integralno udobje v novozgrajenih (pasivnih) vrtcih je bilo slabo (Pajek, 2015)

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi avtorji tujih raziskav. V letu 2016 je Dave E. Marcotte v svoji raziskavi "Nekaj je v zraku? Onesnaženje in alergeni ter njihov vpliv na otroške miselne sposobnosti" raziskoval vpliv slabe kakovosti zraka v prostorih za izvajanje predšolske vzgoje in izobraževanja v Združenih državah Amerike (Marcotte, 2016). Glavna ugotovitev obširne raziskave, ki je zajemala osebe različnih narodnosti je bila ta, da lahko zadrževanje v prostoru s slabo kakovostjo zraka v zgodnjih fazah otroškega razvoja bistveno vpliva na otroške miselne sposobnosti. Te se lahko pokažejo kasneje, v nadaljevanju šolanja, kot težave pri branju in pri matematičnih operacijah.

Pomembno vlogo pri kakovostnem notranjem okolju ima tudi osvetljenost. V letu 2013 je se na univerzi v Maleziji dr. Seyedehzahra Mirrahi skupaj s sodelavci lotila raziskave, kako osvetljenost vpliva na uporabnikovo zdravje in njegove sposobnosti (Mirrahi s sod., 2013). Ugotovljeno je bilo, da ima osvetljenost vpliv na večjih področjih in lahko bistveno izboljša uporabnikovo počutje ter njegove miselne sposobnosti. Velik vpliv na uporabnike ima tudi stres, ki povzroča vrsto zdravstvenih težav in tegob, ki pa ga lahko s primernim in kakovostnim notranjim okoljem precej omilimo.

Na področju rabe energije se je v UK v letu 2013 pod vodstvom Saadia Barbhuiya izvedla raziskava, ki je zajemala tudi toplotno udobje v izobraževalnih ustanovah (Barbhuiya, 2013). Rezultati raziskave so pokazali, da so izobraževalne ustanove v UK odgovorne za veliko porabo energije v neindustrijskih objektih.

Pri toplotnem udobju je bilo ugotovljeno, da v zimskem času v večini prostorov niso bile zagotovljene zakonsko predpisane vrednosti.

Kot je že razvidno iz raziskav, lahko pričakujemo podobne težave tudi na našem obravnavanem objektu. Problemska področja, ki so skupna večini obravnavanih vzgojnovarstvenih ustanov so

predvsem zagotavljanje ustreznosti kakovosti notranjega okolja in rabe energije v starejših objektih.

4.2 Ogled dejanskega stanja

Pri ogledu dejanskega stanja vzgojnovarstvene ustanove smo poleg ogleda prostorov opravili še kratke intervjuje in ankete s samimi uporabniki objekta. Tekom izvajanja dejavnosti je za polni delovni čas v objektu 10 zaposlenih, ki skrbijo za otroke od 1. do 6. leta starosti. Po kratkih intervjujih z zaposlenimi je bilo ugotovljeno, da se v dveh igralnicah pojavljajo razlike v kakovosti notranjega okolja, ki so občutne predvsem v zimskih mesecih. Tako smo se odločili, da izvedemo meritve v izbranih igralnicah, to sta igralnici Ptički in Metuljček. Zaposleni so nas tudi opozorili na neenakomerno toplotno udobje v obeh igralnicah. Razlika naj bi bila ta, da so v igralnici Ptički, kjer je tudi naprava za uravnavanje temperature v vseh ostalih igralnicah, temperatura za nekaj stopinj višja kot v ostalih, predvsem se opazi razlika v sosednji igralnici Metuljček.



Slika 10: Igralnica Metuljček 1 (vir: lasten vir, 30.3.2017)



Slika 11: Igralnica Metuljček 2 (vir: lasten vir, 30.3.2017)

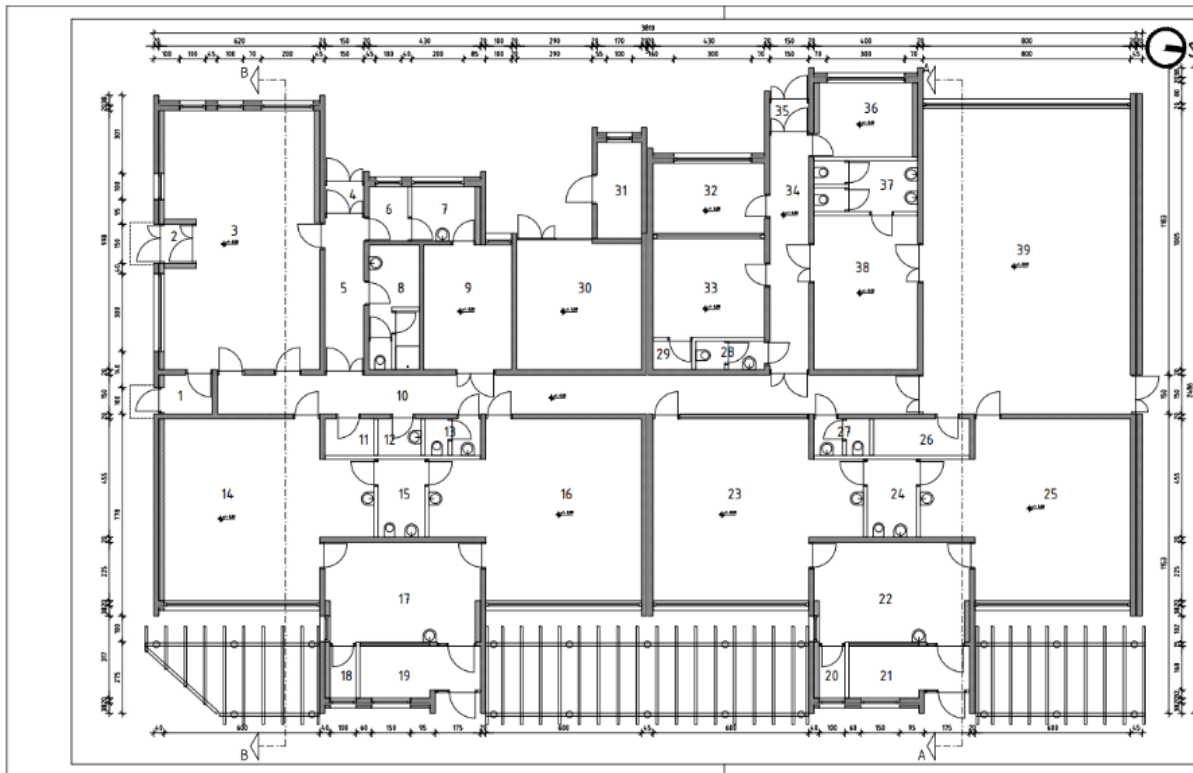


Slika 12: Igralnica Ptički 1 (vir: lasten vir, 30.3.2017)



Slika 13: Igralnica Ptički 2 (vir: lasten vir, 30.3.2017)

Igralnici smo za potrebe meritev izbrali tudi zato, ker sta obe na vzhodni strani objekta in sta približno enakih dimenzij. V nadaljevanju je priložen tloris celotnega objekta, na kateri sta tudi označeni ti dve igralnici. Kot je sodeč po slikah (Slika 10: Igralnica Metuljček 1, Slika 11: Igralnica Metuljček 2, Slika 12: Igralnica Ptčki 1, Slika 13: Igralnica Ptčki 2), opazimo dotrajanost nekaterih elementov, predvsem stavbnega pohištva.



Slika 14: Tloris objekta (vir: načrti arhitekture podjetja FIN ARS d.o.o.)

Na zgornji sliki lahko vidimo tloris celotnega objekta. Naši obravnavani igralnici se nahajata pod številko 16 – igralnica Metuljčki in številka 23 – igralnica Ptčki. Obe imata na vzhodni strani dostop do pokrite, skupne terase. Na sliki št. 15 je prikazana vrsta zasteklitve, ki je uporabljena po celotnem objektu, in sicer gre za lesena okna z dvojno zasteklitvijo.



Slika 15: Vrsta zasteklitve (vir: lasten vir, 6.4.2017)

Po ogledu objekta in obravnavanih igralnic so bila vsem uporabnikom razdeljene kratke ankete.

4.3 Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja

Po ogledu dejanskega stanja smo izbrali dva prostora, ki najbolj izstopata po pogostosti pojava težave, ki bi jo lahko pripisali sami gradbeni zasnovi oziroma izvedbi. Izvedena je bila meritev v dveh časovnih obdobjih, v spomladanskem in poletnem času (karakteristični dan). Rezultati bodo predstavljeni v preglednicah, kjer bodo zbrani vsi parametri kakovosti notranjega okolja in klimatske razmere.

Preglednica št. 6: Meritve v igralnici Metuljček (6.4.2017, 8⁵⁰-9⁵⁰)

Igralnica Metuljček	6.4.2017		
Vreme			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena/določena vrednost	
Tip vremena		Zmerno oblačno	
Temperatura zraka	°C	11	
Relativna vlažnost	%	75	
Parametri kakovosti notranjega okolja			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena vrednost	Zahtevana vrednost
Temperatura zraka T _{air,in}	°C	21,5 – 22,3	V času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C, v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C. Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer 20 °C v prostorih za otroke in 23 °C v prostorih za nego otrok do 3 let. 23 °C ≤ T _{air} ≤ 26 °C
Srednja sevalna temperatura T _{mr}	°C	Stena: 22,6 Strop: 22,3 Tla: 20,9 Skupaj: 22,3	Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C, za toplo steno < 35 °C, za hladen strop < 18 °C, za tople strop < 7 °C.
Operativna temperatura T ₀	°C	21,9	Optimalna T ₀ za otroški vrtec v času ogrevanja je 20,0 ± 3,5 °C, v času hlajenja je 23,5 ± 1,0 °C.
Relativna vlažnost RH	%	50	Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %
Osvetljenost L	lx	381	V igralnicah - 300 Lx.
Koncentracija CO ₂	ppm	1189-1300	Priporočena vrednost CO ₂ v prostorih znaša 1000 ppm.

Preglednica št. 7: Meritve v igralnici Ptički (6.4.2017, 10⁰⁰-10⁵⁰)

Igralnica Ptički	6.4.2017		
Vreme			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena/določena vrednost	
Tip vremena		Zmerno oblačno	
Temperatura zraka	°C	12	
Relativna vlažnost	%	69	
Parametri kakovosti notranjega okolja			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena vrednost	Priporočena vrednost
Temperatura zraka T _{air,in}	°C	21,8 – 22,4	V času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C , priporočljivo 23 °C do 25 °C , v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C , priporočljivo 20 °C do 22 °C . Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer 20 °C v prostorih za otroke in 23 °C v prostorih za nego otrok do 3 let. 23 °C ≤ T_{air} ≤ 26 °C
Srednja sevalna temperatura T _{mr}	°C	Stena: 20,0 Strop: 19,3 Tla: 18,2 Skupaj: 19,6	Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C , za toplo steno < 35 °C , za hladen strop < 18 °C , za tople strop < 7 °C .
Operativna temperatura T ₀	°C	20,5	Optimalna T ₀ za otroški vrtec v času ogrevanja je 20,0 ± 3,5 °C , v času hlajenja je 23,5 ± 1,0 °C .
Relativna vlažnost RH	%	50	Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 % .
Osvetljenost L	lx	71,3	V igralnicah - 300 Lx .
Koncentracija CO ₂	ppm	1800-2000	Priporočena vrednost CO ₂ v prostorih znaša 1000 ppm .

Pri pregledu meritev na dan 6.4.2017 v obeh igralnicah je bilo ugotovljeno, da nekatere vrednosti ne zadoščajo zakonsko določenim parametrom. Problematična področja so predvsem slabša kakovost zraka, nizka površinska temperatura in s tem neugoden vpliv na operativno temperaturo in udobje ter nezadostna osvetljenost. Meritve bi bilo smiselno izvesti tudi v ostalih obdobjih in bi jih bilo potrebno spremljati dalj časa. Pričakovana bodo še večja odstopanja med dejanskimi in zahtevanimi/priporočenimi vrednostim (zima, poletje, ekstremi itd.). Prav tako so se potrdile hipoteze

samih uporabnikov objekta, in sicer razlike v zaznavi parametrov toplotnega udobja med obema igralnicama. Čeprav nekatere vrednosti zadoščajo kriterijem zakonskih določil, je potrebno pri vrednotenju kakovosti notranjega okolja obravnavati medsebojni vpliv vseh parametrov udobja in doseči ustreznost vseh, ne le določenih.

V naslednjih dveh preglednicah bodo podane meritve za poletni čas.

Preglednica št. 8: Meritve v igralnici Metuljčki (12.6.2017, 11⁰⁰-12⁰⁰)

Igralnica Metuljčki	12.6.2017		
Vreme			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena/določena vrednost	
Tip vremena		Sončno	
Temperatura zraka	°C	23	
Relativna vlažnost	%	55	
Parametri kakovosti notranjega okolja			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena vrednost	Priporočena vrednost
Temperatura zraka T _{air,in}	°C	23,8	V času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C, v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C. Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer 20 °C v prostorih za otroke in 23 °C v prostorih za nego otrok do 3 let. 23 °C ≤ T _{air} ≤ 26 °C
Srednja sevalna temperatura T _{mr}	°C	Stena: 21,9 Strop: 23,2 Tla: 20,8 Skupaj: 21,9	Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C, za toplo steno < 35 °C, za hladen strop < 18 °C, za topel strop < 7 °C.
Operativna temperatura T ₀	°C	22,9	Optimalna T ₀ za otroški vrtec v času ogrevanja je 20,0 ± 3,5 °C, v času hlajenja je 23,5 ± 1,0 °C.
Relativna vlažnost RH	%	47	Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.
Osvetljenost L	lx	414	V igralnicah - 300 Lx.
Koncentracija CO ₂	ppm	715	Priporočena vrednost CO ₂ v prostorih znaša 1000 ppm.

Preglednica št. 9: Meritve v igralnici Ptički (12.6.2017, 9⁰⁰-10⁰⁰)

Regrednica št. 9: Meritve v Igralnici Ptički (12.6.2017, 9-10)

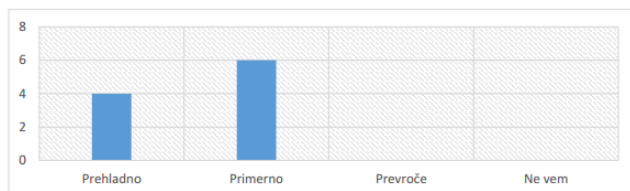
Igralnica Ptički	12.6.2017		
Vreme			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena/določena vrednost	
Tip vremena		Sončno	
Temperatura zraka T	°C	22	
Relativna vlažnost RH	%	59	
Parametri kakovosti notranjega okolja			
Vrsta meritve	Enota	Izmerjena vrednost	Priporočena vrednost
Temperatura zraka T _{air,in}	°C	21,8	V času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C, v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C. Prostori za otroke morajo biti enakomerno ogrevani, in sicer 20 °C v prostorih za otroke in 23 °C v prostorih za nego otrok do 3 let. 23 °C ≤ T _{air} ≤ 26 °C
Srednja sevalna temperatura T _{mr}	°C	Stena: 22,6 Strop: 22,9 Tla: 20,1 Skupaj: 22,2	Največja sevalna temperaturna asimetrija: za hladno steno < 13 °C, za toplo steno < 35 °C, za hladen strop < 18 °C, za topel strop < 7 °C.
Operativna temperatura T ₀	°C	22,0	Optimalna T ₀ za otroški vrtec v času ogrevanja je 20,0 ± 3,5 °C, v času hlajenja je 23,5 ± 1,0 °C.
Relativna vlažnost RH	%	53,3	Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.
Osvetljenost L	lx	759	V igralnicah - 300 Lx.
Koncentracija CO ₂	ppm	716	Priporočena vrednost CO ₂ v prostorih znaša 1000 ppm.

Tudi v poletnem času so zaznane razlike med igralnicama. V obeh prostorih so bile izmerjene tudi nižje vrednosti CO₂, ki so bile tokrat pod zakonsko določeno mejo, ker so v času meritev vzgojiteljice izvedle prezračevanje prostorov z odpiranjem oken. Vrednosti za osvetljenost so kljub lepemu vremenu pokazale nizke vrednosti, in potrebna je bila uporaba umetne osvetlitve. Razen temperature zraka in poda so se ostale vrednosti gibale znotraj zakonsko določenih parametrov, vendar je s pravilnimi celovitimi ukrepi oziroma rešitvami obstoječe stanje potrebno še izboljšati in doseči kakovostno notranje okolje.

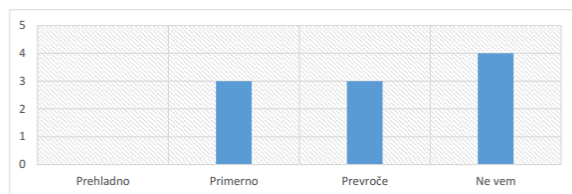
4.4 Rezultati anketnega vprašalnika

Pri ogledu dejanskega stanja je bila vsem uporabnikom razdeljena kratka anketa s področja kakovosti notranjega okolja, in so nam jo nato posredovali pri izvajanju meritev za spomladansko obdobje. Anketo je izpolnilo vseh 10 uporabnikov objekta, ki so v času opravljanja dejavnosti v stavbi ves delovni čas. V grafikonih 1 – 5 so predstavljeni rezultati anketnih vprašanj, ki so se navezovala na kakovost notranjega okolja.

V nadaljevanju so predstavljeni odgovori uporabnikov objekta glede na posamezni parameter notranjega udobja.

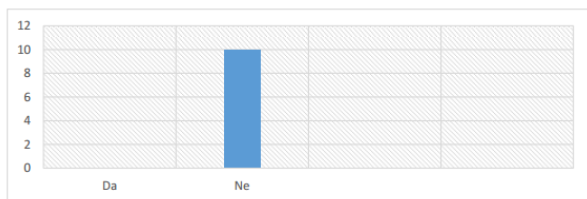


Grafikon 1: Pogostost odgovorov na vprašanje: “Kako bi opisali temperature v zimskih mesecih?” (N = 10; “Prehladno” = 4, “Primerno” = 6, “Prevroče” = 0, “Ne vem” = 0).



Grafikon 2: Pogostost odgovorov na vprašanje: “Kako bi opisali temperature v poletnih mesecih?” (N = 10; “Prehladno” = 0, “Primerno” = 3, “Prevroče” = 3, “Ne vem” = 4).

V grafikonih št. 1 in 2 je prikazano občutenje parametra toplotnega udobja v igralnicah glede na letni čas. V zimskem času se zdi 4 uporabnikom toplotno okolje v igralnicah prehladno. V poletnem času pa 3 uporabniki toplotno okolje igralnic opisujejo kot prevroče. Podobno smo ugotovili tudi z meritvami, kjer je bilo ugotovljeno, da temperature so sicer znotraj zakonskih vrednosti, vendar moramo poudariti na različno dojemanje parametra toplotnega udobja, saj smo spraševali zgolj vzgojiteljice, medtem ko imajo otroci drugačne preference od odraslih.



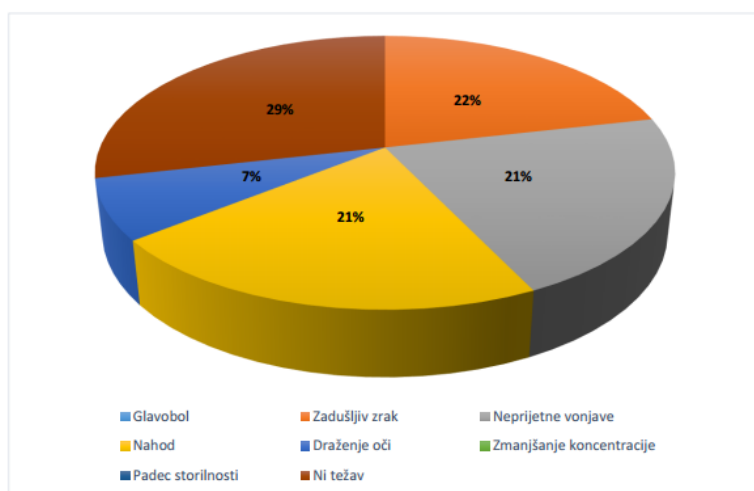
Grafikon 3: Pogostost odgovorov na vprašanje: “Ali se kje v prostoru pojavlja plesen?” (N = 10; “Da” = 0, “Ne” = 10).

Tako kot pri ogledu dejanskega stanja kot pri anketah smo ugotovili, da se v prostorih ne pojavlja plesen, ki je izjemno zdravju škodljiva za vse uporabnike objekta. Po pogovoru z upraviteljem stavbe je bilo zagotovljeno, da tudi v preteklosti s pojavom plesni v objektu niso imeli težav.



Grafikon 4: Pogostost odgovorov na vprašanje: “Ali v zimskih mesecih prezračujete prostore (odpiranje oken)?” (N = 10; “Da” = 10, “Ne” = 0).

Ker ima objekt zgolj naravno prezračevanje, so vsi uporabniki zatrdili, da je prezračevanje z odpiranjem oken potrebno. Nadalje je bilo dodatno vprašanje glede načina in časa prezračevanja, kjer pa so bili najpogostejši odgovori, da je najbolj primerno na široko odprto okno za časovno obdobje 15 – 30 min. Pri tem je potrebno poudariti, da se prezračevanje izvaja zgolj, ko je igralnica prazna, torej v njej ni najmlajših uporabnikov.



Grafikon 5: Pogostost odgovorov na vprašanje (možnih je bilo več odgovorov): “Ali imate v prostoru kdaj naslednje težave (N = 10; “Glavobol” = 0, “Zadušljiv zrak” = 3, “Neprijetne vonjave” = 3, “Nahod” = 3, “Draženje oči” = 1, “Zmanjšanje koncentracije” = 0, “Padec storilnosti” = 0, “Ni težav” = 4).

Pri pregledu grafikona 5 so bile najpogostejše zdravstvene težave, ki se pojavljajo v prostorih povezano s kvaliteto notranjega zraka. Temu delno botruje dejstvo, da obstoječ način prezračevanja ni dovolj učinkovit in so prisotni notranji viri onesnaževanja. V prostorih se občasno pojavljajo tudi neprijetne vonjave iz okolice, kar pa lahko poleg gradbenih zasnov pripišemo tudi sami lokaciji objekta, kjer je lociran ob lokalnem potoku, kar predvsem v poletnih mesecih predstavlja težavo.

Na koncu anketnega vprašalnika je bila možnost opisa dodatnih težav, ki jih uporabniki opazijo v prostorih. Najpogostejši odgovor je bil, da so v vseh prostorih dotrajana okna, ki zelo slabo tesnijo in je predvsem v zimskih mesecih opazen pojav prepriha.

Rezultati ankete potrjujejo nekatera dejstva, da v objektu niso zagotovljeni vsi parametri kakovosti notranjega okolja. Subjektivna ocena vzgojiteljic se je izkazala predvsem na področju toplotnega udobja, medtem ko so meritve glede osvetljenosti prikazale nizke vrednosti, večina uporabnikov pa je označila, da je osvetljenost prostorov primerna. Pri samem ogledu dejanskega stanja in pri izvedbi meritev se je izkazalo, da večina vzgojiteljic pri sončnem vremenu uporablja dodatno, umetno osvetlitev.

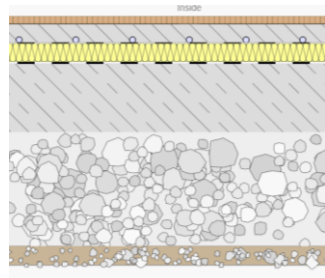
4.5 Rezultati izračunov izbranih parametrov gradbene fizike in rabe energije ter primerjava z zakonsko določenimi parametri

Vsi izračuni so bili narejeni s pomočjo programskega orodja URSA in U-wert. Vhodne podatke smo pridobili iz načrtov arhitekture za omenjeni objekt, ki ga je izvedlo podjetje FIN ARS d.o.o. Najprej smo se lotili izdelave konstrukcijskih sklopov, da smo preverili le-te za obstoječe stanje. V preglednicah bodo predstavljene sestave konstrukcijskih sklopov in koeficienti toplotne prehodnosti, hkrati pa bodo zraven napisane zakonsko določene vrednosti, katerim moramo zadostiti. Konstrukcijske sklope smo glede na objekt razdelili v naslednja področja:

- Tla
- Stena na S in J, ki je narejena iz betona in blokov iz plinobetona
- Stena na V in Z strani, ki je narejena iz betona in je dodatno obložena z opeko ter stiroporjem
- Strop
- Poševna streha

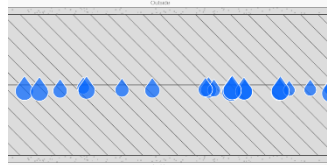
Rezultati so za obstoječe stanje in so predstavljeni v preglednicah.

Preglednica 10: Sestava konstrukcijskega sklopa – tla

Tla			
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]	
1. Parket	2	0,210	
2. Cementni estrih	5	1,400	
3. PE folija	0,2	0,400	
4. TI – mineralna volna	5	0,034	
5. HI izolacija – bitum.folija	0,5	0,17	
4. Betonska plošča	18	1,510	
5. Nasutje	30	1,500	
6. Filc pod nasutjem	0,2	0,100	
Skupna debelina [cm]	60,52		
U-faktor [W/(m²K)]	0,56	>	U-faktor max [W/(m²K)] 0,35
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	19,6	Sloj nastopa kondenzacije /	
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE	Čas izsuševanja /	
Zakasnitev V [h]	/		

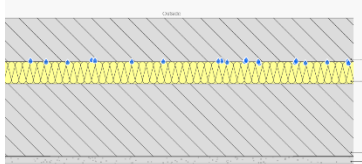
Pri pregledu konstrukcijskega sklopa – tla lahko vidimo, da v sami izvedbi manjka zvočna izolacija, toplotne izolacije je premalo, U-faktor je neustrezen.

Preglednica 11: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na S in J strani

Stena na S in J					
Sloj od znotraj navzven		Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet		2	1,400		
2. Bloki iz plinobetona		20	0,160		
3. Beton		20	1,510		
4. Apneni omet		2	0,850		
Skupna debelina [cm]		44			
U-faktor [W/(m²K)]		0,58	>	U-faktor max [W/(m²K)]	0,28
T _{površinska} [°C]		16,6	Sloj nastopa kondenzacije		Plinobeton/Beto
Kondenzacija vodne pare [da/ne]		DA		Čas izsuševanja	117 dni
Zakasnitev V [h]		16 h			

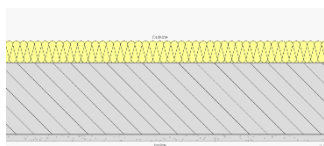
Pri pregledu konstrukcijskega sklopa – stena na S in J lahko vidimo, da v sami izvedbi manjka toplotna izolacija in parna ovira. U-faktor in površinska temperatura nista ustrezni. Pojavi se kondenzacija vodne pare.

Preglednica 12: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na V in Z strani

Stena na V in Z				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet	2	1,400		
2. Beton	20	1,510		
3. TI-stiropor	6	0,035		
4. Polna opeka	12	0,850		
Skupna debelina [cm]	40			
U-faktor [W/(m²K)]	0,47	>	U-faktor max [W/(m²K)]	0,28
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	17,2		Sloj nastopa kondenzacije	Opeka/TI
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	DA		Čas izsuševanja	35 dni
Zakasnitev V [h]	12 h			

Pri pregledu konstrukcijskega sklopa – stena na V in Z strani lahko vidimo, da v sami izvedbi manjkata dodatna toplotna izolacija in parna ovira. U-faktor in površinska temperatura nista ustrezni, pojavi se kondenzacija vodne pare.

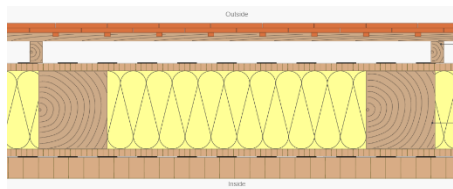
Preglednica 13: Sestava konstrukcijskega sklopa – strop proti neogrevanemu prostoru

Strop				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet	2	1,400		
2. Beton	20	1,510		
3. TI-mineralna volna	6	0,034		
Skupna debelina [cm]	28			
U-faktor [W/(m²K)]	0,49	>	U-faktor max [W/(m²K)]	0,20
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	17,1		Sloj nastopa kondenzacije	/
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE		Čas izsuševanja	/
Zakasnitev V [h]	8,2 h			

Pri pregledu konstrukcijskega sklopa – strop proti neogrevanemu prostoru lahko vidimo, da v sami izvedbi manjka dodatna toplotna izolacija. U-faktor in površinska temperatura nista ustrezni, pojavi se kondenzacija vodne pare.

Preglednica 14: Sestava konstrukcijskega sklopa – poševna streha

Poševna streha			
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m ² K)]	
1. Lesen opaž, vijachen v NK	5	0,140	
2. Polietilenska folija	0,02	0,190	
3. Leseni špirovec, NK	18	0,140	
4. TI-mineralna volna	18	0,040	
5. Panelne plošče, vijač. v NK	1,8	0,120	
6. Paroprepustna folija	0,037	0,190	
7. Sloj zraka	5	0,616	
8. Leseni morali, vijač. v NK	5	0,140	
9. Pločevinasta kritina	0,02	58,5	
Skupna debelina [cm]	52,877		
U-faktor [W/(m ² K)]	0,144	<	U-faktor max [W/(m ² K)] 0,20
T _{površinska} [°C]	17,8		Sloj nastopa kondenzacije /
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE		Čas izsuševanja /
Zakasnitev V [h]	/		



Pri pregledu konstrukcijskega sklopa – poševna streha lahko vidimo, da kljub nedavni rekonstrukciji površinska temperatura še vedno ni ustrezna, pojav toplotnega mostu.

Pri pregledu sestave konstrukcijskih sklopov smo ugotovili, da vrednosti pri stenah in tleh ne zadostijo zakonsko določenim vrednostim po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010). Za konstrukcijski sklop za poševno streho so nedavno izvedli rekonstrukcijo strešne površine, kljub temu pa je še vedno prenizka površinska temperatura, viden je toplotni most. Pri osnovanju možnih predlogov prenove bomo pozorni pri izboljšanju stanja toplotne prevodnosti, difuzije vodne pare in površinske temperature na notranji strani konstrukcijskega sklopa.

V nadaljevanju bodo predstavljeni rezultati rabe energije za obravnavani objekt. Glede na Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010) smo se osredotočili na naslednje parametre rabe energije:

- H_T [W/(m² K)] – koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino A [m²] toplotnega ovoja stavbe.
- Q_{NH} [kWh/a] – “letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe” je potreba po toploti, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, določenih po standardu SIST EN ISO 13790.
- Q_{NH}/V_e [kWh/(m³a)] – dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} [kWh] stavbe, preračunana na enoto kondicionirane prostornine V_e [m³] – velja za javne stavbe.

Rezultati so predstavljeni v preglednici 15 in so bili narejeni s pomočjo programskega orodja URSA, kjer so bili predhodno podani podatki o natančni lokaciji objekta. Pri izvedbi energetskega izračuna smo za stopnjo izmenjave zraka vzeli vrednost 0,8 h⁻¹ zaradi primerjave z že izvedenim energetskim izračunom, vendar je izbrana vrednost popolnoma neustrezna za vzgojnovarstvene ustanove, saj ne zagotavlja kakovostno notranje okolje! To bo tudi predmet nadaljnje obravnave v diplomii.

Preglednica 15: Raba energije za obravnavani objekt – obstoječe stanje

V0	Obstoječe stanje	Priporočene/zahtevane vrednosti
Vrsta stavbe	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo	
Neto uporabna površina stavbe A_u [m ²]	650	
V_e [m ³]	2421	
A_{ovoj} [m ²]	1997,20	
$f_o (A_{ovoj}/V_e)$ [m ⁻¹]	0,825	
H_T' [W/(m ² K)]	0,611	0,384
Q_{NH} [kWh]	130047	
Q_{NC} [kWh]	1487	
Q_{NH}/V_e [kWh/(m ³ a)]	53,716	16,3
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine Q/V_e [kWh/(m ³ a)]	8,480	
Letni izpusti CO ₂ [kg]	4317,91	
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine [kg/(m ³ a)]	1,784	

Preglednica 16: Energetska bilanca stavbe – obstoječe stanje

V0	Stavba
Transmisijske izgube [W/K]	1220,90
Ventilacijske izgube [W/K]	526,81
Skupne izgube [W/K]	1747,71
Notranji viri [W]	0
Solarni dobitki [kWh]	25716

Pri pregledu energetske bilance je bilo ugotovljeno, da objekt za potrebe ogrevanja porabi preveč energije in vrednosti ne zadoščajo zakonsko določenim vrednostim. Pri koeficientu specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe zakonsko določene vrednosti presegajo za polovico, pri največji dovoljeni letni potrebni toploti za ogrevanje pa vrednosti presegajo celo za 3x. Pri osnovanju predlogov prenove bo v nadaljevanju za vsak ukrep podan nov izračun porabe energije.

4.6 Priprava predlogov in ukrepov za prenovo

Predloge za prenovo smo pripravili s pomočjo pomanjkljivosti, ki smo jih ugotovili s pomočjo izvedbe anketiranja uporabnikov, meritev izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja, izračunov parametrov gradbene fizike, izračunov rabe energije in primerjav z zakonodajo in/ali priporočili. Glavne ugotovitve smo povzeli v spodnji preglednici.

Preglednica 17: Identificirane pomanjkljivosti po področjih

Pomanjkljivosti zaznane s strani uporabnikov	Pomanjkljivosti meritev	Pomanjkljivosti gradbene fizike	Pomanjkljivosti rabe energije
• V igralnicah prehladno pozimi/prevroče poleti. • V igralnicah slaba kakovost zraka. • Prepih pri oknih.	• Previsoka koncentracija CO₂ v zraku igralnic. • Nizke vrednosti nivojev osvetljenosti. • Nizka površinska temperatura poda, vpliv na operativno temperaturo, ponekod tudi neustrezna temperatura zraka.	• Neustrezna sestava KS, kar rezultira v neustreznih vrednostih toplotne prehodnosti za konstrukcijske sklope, neustrezni površinski temperature na notranji strani KS, pojav kondenzacije	• Velika letna poraba toplote za ogrevanje.

V nadaljevanju predlagamo nabor možnih ukrepov za izboljšanje stanja:

1. Izvedba celovitih ukrepov za izboljšanje kakovosti notranjega okolja ob minimalni možni rabi energije; načrtovanje stavbe po načelih bioklimatskega načrtovanja (Dovjak, 2012; Krainer s sod., 2007).
2. Pri načrtovanju stavbe in sistemov upoštevati zahteve/priporočila glede na namembnost stavbe in specifik uporabnikov, otroci kot ranljiva skupina. Zakonske zahteve večinoma podajajo zahteve za povprečne odrasle uporabnike in ne za individualne uporabnike, ki so v tem primeru otroci (Dovjak, 2012; Krainer s sod., 2007).
3. Učinkovito zasnovati ovoj stavbe (transparenten in netransparenten), s katerem bomo dosegli ustrezne notranje razmere (temperatura zraka in površin, občutena temperatura), eliminirali kondenzacijo, prepih, doseči zadostne ravni osvetljenosti z direktno svetlobo.
4. Izboljšati kakovost zraka ter udobja-preprečiti notranje vire onesnaževalcev (izbor materialov, ki so nizkoemisijski, brez nevarnih snovi), izbrati učinkovit sistem prezračevanja, ogrevanja, hlajenja.
5. Sodelovanje strok, podpora uporabnikov.

Omenjeni ukrepi so izredno pomembni za doseg kakovostnega notranjega okolja. Žal se danes ne izvajajo, kar pa posledično privede do slabe kakovosti notranjega okolja in neudobnih ter nezdravih razmer (Dovjak, 2012).

Zaradi omejitve programske opreme smo v nadaljevanju preizkusili gradbeno-tehnične ukrepe. Zavedamo pa se, da so za obvladovanje problematike potrebni celoviti ukrepi, ki jih v nadaljevanju navajamo.

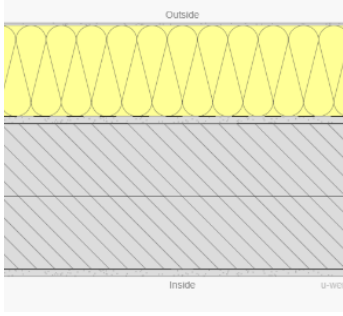
UKREP 1: Izboljšanje toplotnega ovoja stavbe na račun dodatne izolacije. Izvede se nova toplotna izolacija po celotnem ovoju stavbe, v debelini, ki bo zadostila ne le zakonsko določenim vrednostim, vendar tudi rezultirala v primerni kakovosti notranjega okolja. Zamenjava vrste zasteklitve.

Izvede se nova toplotna izolacija po celotni stavbi

Po celotnem ovoju stavbe bi se izvedel dodatni sloj toplotne izolacije. Kot primer materiala izberemo toplotno izolacijo na osnovi EPS, ki bo sidrana v zunanosti na nosilno konstrukcijo. Izbrani material ima koeficient toplotne prevodnosti enak 0,021 W/(mK) in za obravnavani objekt bo položen v debelini 25 cm.

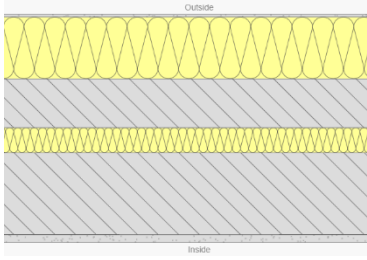
V nadaljevanju sem s pomočjo programskega orodja U-wert izvedel nove izračune toplotne prehodnosti za konstrukcijske sklope pri stavbnem ovoju. Rezultati so predstavljeni v spodnjih preglednicah.

Preglednica 18: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na S in J strani (dodana toplotna izolacija)

Stena na S in J strani				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet	2	1,400		
2. Bloki iz plinobetona	20	0,160		
3. Beton	20	1,510		
4. Apneni omet	2	0,850		
5. (PE folija, ZKTI)	0,2	0,400		
6. TI – EPS, sidran v NK	25	0,021		
7. Tankoslojni fasadni omet (mrežica, lepilo)	2	0,80		
Skupna debelina [cm]	71,2			
U-faktor [W/(m²K)]	0,073	<	U-faktor max [W/(m²K)]	0,28
$T_{površinska}$ [°C]	22,5		Sloj nastopa kondenzacije	/
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE		Čas izsuševanja	/
Zakasnitev V [h]	/			

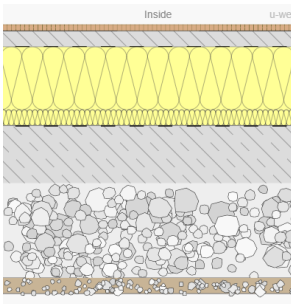
S predlagano toplotno izolacijo in z zaščito toplotne izolacije smo dobili ustrezen U-faktor, preprečili nastanek kondenzacije in izboljšali površinsko temperaturo.

Preglednica 19: Sestava konstrukcijskega sklopa – stena na V in Z strani (dodana toplotna izolacija)

Stena na V in Z				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet	2	1,400		
2. Beton	20	1,510		
3. TI-stiropor	6	0,034		
4. Polna opeka	12	0,850		
5. PE folija, ZKTI	0,2	0,400		
6. TI – EPS, sidran v NK	25	0,021		
7. Tankoslojni fasadni omet (mrežica, lepilo)	2	0,80		
Skupna debelina [cm]	67,2			
U-faktor [W/(m²K)]	0,071	<	U-faktor max [W/(m²K)]	0,28
$T_{površinska}$ [°C]	22,5		Sloj nastopa kondenzacije	/
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE		Čas izsuševanja	/
Zakasnitev V [h]	/			

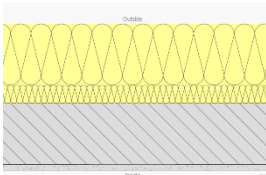
S predlagano toplotno izolacijo in z zaščito toplotne izolacije smo dobili ustrezen U-faktor, s tem smo preprečili nastanek kondenzacije in izboljšali površinsko temperaturo.

Preglednica 20: Sestava konstrukcijskega sklopa – tla (dodana toplotna in zvočna izolacija)

Tla				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Parket	2	0,210		
2. Cementni estrih	5	1,400		
3. PE folija	0,2	0,400		
4. TI- EPS plošče	20	0,040		
5. ZI – mineralna volna	5	0,034		
6. HI izolacija – bitum.folija	0,5	0,17		
7. Betonska plošča	18	1,510		
8. Nasutje	30	1,500		
9. Filc pod nasutjem	0,2	0,100		
Skupna debelina [cm]	80,9			
U-faktor [W/(m²K)]	0,146	<	U-faktor max [W/(m²K)]	0,35
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	22,6	Sloj nastopa kondenzacije		/
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE	Čas izsuševanja		/
Zakasnitev V [h]	/			

S predlagano rešitvijo dobimo ustrezen U-faktor, preprečili smo nastanek kondezacije in izboljša se površinska temperatura.

Preglednica 21: Sestava konstrukcijskega sklopa – strop proti neogrevanemu prostoru (dodana toplotna izolacija)

Strop				
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]		
1. Cementni omet	2	1,400		
2. Beton	20	1,510		
3. TI-mineralna volna	6	0,034		
4. TI-mineralna volna	20	0,034		
Skupna debelina [cm]	28			
U-faktor [W/(m²K)]	0,13	<	U-faktor max [W/(m²K)]	0,20
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	22,1	Sloj nastopa kondenzacije		/
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE	Čas izsuševanja		/
Zakasnitev V [h]	9,8 h			

Z dodatno toplotno izolacijo smo dobili ustrezen u-faktor, izboljša se površinska temperatura.

Poševna streha			
Sloj od znotraj navzven	Debelina [cm]	λ [W/(m*K)]	
1. Lesen opaž,vijačen v NK	2	0,140	
2. (PZ Al folija)TI-mineralna v.	20	0,034	
3. Lesen opaž,vijačen v NK	5	0,140	
4. Polietilenska folija	0,02	0,190	
5. Leseni špirovec, NK	18	0,140	
6. TI-mineralna volna	18	0,040	
7. Panelne plošče, vijač. v NK	1,8	0,120	
8. Paroprepustna folija	0,037	0,190	
9. Sloj zraka	5	0,616	
10. Leseni morali, vijač. v NK	5	0,140	
11. Pločevinasta kritina	0,02	58,5	
Skupna debelina [cm]		74,877	
U-faktor [W/(m²K)]		0,090	<
		U-faktor max [W/(m²K)]	0,20
$T_{\text{površinska}}$ [°C]	22,5	Sloj nastopa kondenzacije /	
Kondenzacija vodne pare [da/ne]	NE	Čas izsuševanja /	
Zakasnitev V [h]	/		

Zamenjava vrste zasteklitve. S tem ukrepom se bo še dodatno zmanjšala poraba energije.

Da bi ohranil prvotni izgled stavbe sem izbral lesena okna z dvoslojno zasteklitvijo. Toplotna prehodnost skozi steklo je $0,8 \text{ W/(mK)}$, skozi celotno okno z okvirjem pa znaša $1,3 \text{ W/(mK)}$ pri smrekovem lesu, kar zadošča zakonsko določenim vrednostim iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010). Primer zasteklitve je podan na sliki št. 16.



Slika 16: Leseno okno z dvojno zasteklitvijo (vir: spletna stran cer-slo.si)

Novi tehnični podatki za zasteklitev so bili nato podani v programsko orodje URSA, kjer smo izvedli nov elaborat gradbene fizike. Rezultati rabe energije so podani v preglednici 23.

Preglednica 23: Raba energije za obravnavani objekt – novo stanje

V1	Obstoječe stanje	Priporočene/zahtevane vrednosti
Vrsta stavbe	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo	
Neto uporabna površina stavbe A_u [m ²]	650	
V_e [m ³]	2421	
A_{ovoj} [m ²]	1997,20	
$f_o (A_{ovoj}/V_e)$ [m ⁻¹]	0,825	
H_T [W/(m ² K)]	0,330	0,384
Q_{NH} [kWh]	80704	
Q_{NC} [kWh]	2737	
Q_{NH}/V_e [kWh/(m ³ a)]	33,34	16,3
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine Q/V_e [kWh/m ³ a]	8,223	
Letni izpusti CO ₂ [kg]	4186,06	
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine [kg/(m ³ a)]	1,72+9	

Preglednica 24: Energetska bilanca stavbe – novo stanje

V1	Stavba
Transmisijske izgube [W/K]	659,89
Ventilacijske izgube [W/K]	526,81
Skupne izgube [W/K]	1186,70
Notranji viri [W]	0
Solarni dobitki [kWh]	25491

Iz preglednice 23 lahko ugotovimo, da smo na račun novega toplotnega ovoja in nove zasteklitve zmanjšali letno potrebno toplotno energijo za ogrevanje, preračunano na enoto prostornine ogrevanega dela za 62 %, vendar še vseeno ne zadostimo vrednostim, določenim iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti v smislu zmanjševanja prezračevalnih izgub se pogosto vgradi mehansko prezračevanje. Študije navajajo (Seppänen s sod., 2002), da je v stavbah z naravnim načinom prezračevanja pojav SBS simptomov manjši v primerjavi s stavbami z mehanskim sistemom prezračevanja. Poleg tega pa avtorji raziskav dokazujejo (Seppänen s sod., 1999), da večje število zamenjav zraka rezultira v manjšem tveganju za pojav respiratornih obolenj pri uporabnikih. V primeru naravnega prezračevanja igra pomembno vlogo osvežanje zaposlenih. V primeru izbora mehanskega prezračevanja je potrebno izpolniti vse kvantitativne in kvalitativne kriterije, kot je na primer število izmenjav zraka. Pri današnjem načrtovanju se povečini izbere vrednost 0,5/h, ki jo navaja tudi Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ta vrednost je prenizka in z njo ne dosežemo zadostno kakovost zraka. To rezultira v nezdravih razmerah, kot je dokazano z raziskavami. Število zamenjav zraka mora biti mnogo višje, po navedbah literature je določeno minimalno 3-4/h (Pirnat s sod., 2010). Varčevanje energije v smislu doseganja le fizioloških minimumov je nedopustno (Krainer s sod. 2007; Dovjak, 2014). Sistem prezračevanja mora izpolnjevati tudi vse ostale sanitarno tehnične in higienske pogoje ter se mora redno čistiti. Priporočila se ločen, diskreten lokalni sistem. Za gretje in hlajenje priporočamo veliko površinsko nizkoenergijski sistem gretja in hlajenja (Dovjak, 2012), ki rezultira v udobju in hkratnih energijskih prihrankih.

5 ZAKLJUČEK

Pri energetske prenovi objektov se pogosto spregleda kakovost notranjega okolja. Nezdrave in neudobne razmere imajo tako vpliv na uporabnike okolja. Izvedba kakršnih koli ukrepov na stavbah mora izhajati iz namembnosti in njihovih uporabnikov, kar je še posebej pomembno v vzgojnovarstvenih ustanovah. Otroke kot ranljivo skupino je potrebno zaščititi in ustvariti zdravo, udobno in stimulirajoče okolje. Številne raziskave doma in po svetu so ugotovile, da so otroci in zaposleni v vrtcih pogosto izpostavljeni slabi kakovosti zraka, toplotnemu neudobju, prekomerni ravni hrupa in nezadostni osvetljenosti (Kacjan Žgajnar s sod., 2013; Pajek, 2015; Zoran s sod. 2013; Mirrahimi s sod. 2013; Marcotte, 2016; Mirrahimi s sod., 2013). Namen naše diplomske naloge je bil, pripraviti predlog prenove na primeru vzgojnovarstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije. Pregled zakonodaje je pokazal, da so nekatera področja udobja dobro urejena, druga pa pomanjkljivo, kot je na primer osvetljenost z dnevno svetlobo. Izkazana je tudi pomanjkljivost, da se pogosto zakonske zahteve med seboj razlikujejo, kot so temperaturne zahteve. Običajno tudi velja, da omenjeni parametri zadostijo potrebam povprečnih odraslih uporabnikov. Slednje ugotovljajo tudi avtorji raziskav Yun s sod. (2014). Ugotovitve raziskav bi bilo potrebno vključiti v zakonske zahteve in jih individualizirati (Dovjak, 2012). Pri operativni temperaturi smo naleteli na širok rang dovoljenih vrednosti. Pri meritvah CO₂, smo vzeli strožji kriterij, in sicer 1000 ppm. Na področju osvetljenosti pa kljub prizadevanjem trenutno še ni enotnega pravilnika, ki bi predpisal določene vrednosti, in se v večini primerov izpusti iz načrtovanja objekta. Poleg raziskav in zakonodajnih vrednosti smo želeli pridobiti tudi izkustveno sliko iz obravnavanega objekta, kar smo dosegli z anketiranjem uporabnikov in meritvami parametrov kakovosti notranjega okolja. Le ti so potrdili naše prvotne domneve, da so bile nekatere gradbene zasnove oziroma rešitve neustrezno izvedene. Meritve so pokazale, da je od zakonskih zahtev in/ali priporočil pogosto odstopala površinska temperatura na notranji strani konstrukcijskih sklopov, kar je vplivalo na občutene temperaturo; pojavila sta se slaba kakovost zraka in nezadostna raven osvetljenosti. Do podobnih zaključkov smo prišli tudi z rezultati anket. Uporabniki so nas opozorili na slabšo kakovost zraka, prepih, zaznali so tudi neustrezno toplotno okolje v igralnicah. Rezultati izračunov so dokazali previsok U-faktor, pojav kondenzacije in prenizke površinske temperature ter prekomerno rabo energije. V diplomskem delu je predstavljen redosled aktivnosti kako se lotiti problematike in definirati učinkovite ukrepe z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije. Takšno izhodišče večinoma ni vključeno v današnje načrtovanje novogradenj in sanacij, kar rezultira v nezdravih razmerah. Celovita prenova objekta je kompleksen proces, kjer je potrebno upoštevati vsa področja kakovosti notranjega okolja. Slednje je možno ob sodelovanju strok ter ob podpori zaposlenih kot uporabnikov objekta.

VIRI

About Pam Leo. 2017.

http://www.connectionparenting.com/pam_bio.html (Pridobljeno 8. 7. 2017.)

ARSO. 2017. Agencija Republike Slovenije za okolje.

<http://meteo.arso.gov.si/> (Pridobljeno 8. 7. 2017.)

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

Barbhuiya, S. 2013. Thermal comfort and energy consumption in a UK educational building. Building and Environment 68, October, 1-11.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132313001807> (Pridobljeno 28. 7. 2017)

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

Devjak, T. 2016. Predšolska pedagogika – povzetek. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta: 29 str.

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:SL:PDF>

(Pridobljeno 8. 8. 2017)

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:SL:PDF>

(Pridobljeno 14. 7. 2017)

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

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.

Kacjan Žgajnar, K., Galičič, A., Zoran, U., Pajek, 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.

Kukec, A., Dovjak, M. 2014. Prevention and control of sick building syndrome (SBS). Part 1, Identification of risk factors. Sanitarno inženirstvo 8,1: 16-40.

Kukec, A., Dovjak, M. 2014. Prevention and control of sick building syndrome (SBS). Part 2, Design of a preventive and control strategy to lower the occurrence of SBS. Sanitarno inženirstvo 8,1: 41-55.

Lesena okna. 2017. Jelovica.

<http://www.cer-slo.si/lesena-okna.html> (Pridobljeno 10. 8. 2017)

Marcotte, D. E. 2016. Something in the Air? Pollution, Allergens and Children's Cognitive Functioning.

Discussion Paper 9689: 40 str.

<http://ftp.iza.org/dp9689.pdf> (Pridobljeno 28. 7. 2017)

Mirrahimi, S., Lukman, N., Ibrahim, N., Surat, M. 2013. Effect of daylighting on student health and performance. International Conference. Mathematical and computational methods in science and engineering: 127-132.

<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Malaysia/MACMESE/MACMESE-20.pdf>

(Pridobljeno 28. 7. 2017)

Merilnik Voltcraft DT 8820. 2017. Voltcraft.

<https://www.conrad.si/Merilnik-temperature-VOLTCRAFT-DT-8820-20-do-%2B750-%B0C-vrsta-tipala:-K-Multifunktions-Umweltmessgerat-4in1-kalibracija-narejena-p.htm?websale8=conrad-slowenien&pi=101040> (Pridobljeno 30. 7. 2017)

Merilnik Extech LT40 Lux-meter. 2017. Extech.

<http://www.mepro.si/extech-lt-40> (Pridobljeno 30. 7. 2017)

Merilnik Voltcraft 900 – 30s. 2017. Voltcraft.

https://www.conrad.si/Infrardeci-termometer-VOLTCRAFT-IR-900-30S-optika-30:1-50-do-%2B900-%B0C-kontaktno-merjenje,-pirometer,-kalibracija-narejena-po:-de.htm?websale8=conrad-slowenien&pi=100920&gclid=CjwKEAjwh_bLBRDehaSMYJSCjlgSJAB-GWBDA1EOBDLxFdOTNSgVizTrPtgl48tNrQzFV8YcP_MEjRoCoujw_wcB

(Pridobljeno 30. 7. 2017)

Načrti arhitekture obravnavanega objekta. 2014. FIN ARS d.o.o.

Pajek, L. 2015. Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih. Magistrsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba L. Pajek): 80 str.

Pirnat, N., Hojs, A., Grilc, E. 2010. Ugotavljanje alergogenega potenciala v vrtcih. Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: 75 str.

http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/okoljski_dejavniki_tveganja_za_zdravje_nina_pirnata.pdf (Pridobljeno 15. 7. 2017)

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, 47/13, 74/16 in 20/17).

<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3140> (Pridobljeno 14. 7. 2017)

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02).

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV4223> (Pridobljeno 8. 7. 2017.)

Programsko orodje U-wert. 2017. U-wert.

<https://www.u-wert.net> (Pridobljeno 4. 8. 2017)

Programsko orodje URSA. 2017. Ursa.

<https://www.ursa.si/post/category/program-ursa-gradbena-fizika> (Pridobljeno 4. 8. 2017)

PURES. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10).

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10043> (Pridobljeno 15. 7. 2017)

Seppänen, O., Fisk, W. J. 2002. Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers: 98 – 112

Seppänen, O., Fisk, W.J., Mendell, M. 1999. Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings.

Stat SI. 2016. Predšolska vzgoja in izobraževanje v vrtcih, Slovenija, šolsko leto 2015/2016 – končni podatki. Statistični urad Republike Slovenije.

<http://www.stat.si/StatWeb/News/Index/5916> (Pridobljeno 8. 7. 2017.)

TSG-1-004:2010. Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 8. 8. 2017)

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://www.sist.si/image/catalog/DOWNLOAD/Uredba_305-2011.pdf

(Pridobljeno 14. 7. 2017)

Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11).

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5718> (Pridobljeno 8. 7. 2017.)

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.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: Primer anketnega vprašalnika za uporabnike vzgojnovarstvene ustanove

PRILOGA B: Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja na dan 6.4.2017 za igralnici Metuljčki in Ptički

PRILOGA C: Meritve izbranih parametrov kakovosti notranjega okolja na dan 12.6.2017 za igralnici Metuljčki in Ptički

PRILOGA A:

ANKETNI VPRAŠALNIK

Pozdravljeni,

sem Miha Božič, študent Fakultete za gradbeništvo in geodezijo ter pripravljam zaključno delo z naslovom *Prenova vzgojno varstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije*. Namen raziskave je analiza dejanskega stanja udobja v objektu in tudi porabe energije. Vaše sodelovanje je za raziskavo ključno, saj le z vašimi odgovori lahko pripravim nabor ustreznih ukrepov za prenovu.

Anketa je anonimna, za izpolnjevanje pa boste potrebovali približno 5 minut časa. Zbrani podatki bodo obravnavani strogo zaupno in bodo uporabljeni izključno za pripravo zaključnega dela.

Za vaše sodelovanje se vam prijazno zahvaljujem.

Miha Božič

Obkrožite kvadrat pred Vašim odgovorom. Pri nekaterih vprašanjih je možnih več odgovorov.

1.) V katerem prostoru preživite večino delovnega dne?

☐ pisarna ☐ otroška igralnica ☐ drugo: _____

2.) Če ste označili »otroška igralnica«, v kateri se nahajate?

☐ 1- Pikapolonica ☐ 2- Metuljček ☐ 3- Ptiček ☐ 4- Raca ☐ 5- Polž

3.) Kako bi opisali raven osvetljenosti z dnevno svetlobo na Vašem delovnem mestu? (1- zelo temno, 5 – zelo svetlo)

☐ 1- zelo temno ☐ 2- temno ☐ 3- primerno ☐ 4- svetlo ☐ 5- zelo svetlo

4.) V katerem letnem času največ uporabljate senčila (rolete, zaves, žaluzije,...) ?

☐ zima ☐ pomlad ☐ poletje ☐ jesen ☐ ne uporabljam senčil

5.) Ali ob lepem vremenu (sončno vreme) uporabljate tudi umetna svetila (luči)?

☐ da ☐ ne

6.) Kako bi opisali temperaturo v prostorih v zimskih mesecih?

☐ prehladno ☐ primerno ☐ prevroče ☐ ne vem

7.) Kako bi opisali temperaturo v prostorih v poletnih mesecih?

☐ prehladno ☐ primerno ☐ prevroče ☐ ne vem

8.) Kako bi opisali temperaturo ostalih površin (npr. sten, oken,...) ?

☐ hladne ☐ tople ☐ nevtrarno, ni posebnosti

9.) Kakšna je vlažnost zraka v prostorih?

☐ vlažen ☐ suh ☐ nevtrarno, ni posebnosti

10.) Kakšna je kakovost zraka v prostoru?

☐ dobra ☐ slaba ☐ nevtrarno, ni posebnosti

11.) Ali se kje v prostoru pojavlja plesen?

☐ da ☐ ne

Če da, kje? (v robovih sobe, zgoraj, spodaj, ob oknih,...)

12.) Ali v zimskih mesecih prezračujete prostore (npr. odpiranje oken)?

☐ da ☐ ne

Če da, kdaj v delovnem dnevu?

☐ zjutraj (do 9. ure) ☐ dopoldne (med 9. in 12. uro) ☐ popoldne (po 12. uri)

Za koliko časa: _____

Način prezračevanja (npr. delno odprto okno): _____

13.) Ali v poletnih mesecih prezračujete prostore (npr. odpiranje oken)?

☐ da ☐ ne

Če da, kdaj v delovnem dnevu?

☐ zjutraj (do 9. ure) ☐ dopoldne (med 9. in 12. uro) ☐ popoldne (po 12. uri)

Za koliko časa: _____

Način prezračevanja (npr. delno odprto okno): _____

14.) Ali se v prostoru kdaj pojavljajo neprijetne vonjave iz okolice?

☐ da ☐ ne

15.) Ali se v prostoru kdaj pojavlja prepih?

☐ da ☐ ne ☐ ne vem

16.) Ali imate v prostoru kdaj naslednje težave?

☐ glavobol ☐ zadušljiv zrak ☐ neprijetne vonjave ☐ nahod ☐ draženje oči
☐ zmanjšanje koncentracije ☐ padec storilnosti ☐ ni težav
☐ drugo: _____

17.) Kako bi opisali hrup iz okolice (zunanji hrup, promet,...)

☐ zelo hrupno ☐ ga slišim, vendar me ne moti ☐ ni prisotno

18.) Kako bi opisali hrup iz sosednjih prostorov (npr. ostalih igralnic, pisarn, hodnikov)?

☐ zelo hrupno ☐ ga slišim, vendar me ne moti ☐ ni prisotno

19.) Kako bi opisali hrup v praznih igralnicah (npr. hrup klimatskih naprav, računalnikov itd.)?

☐ zelo hrupno ☐ ga slišim, vendar me ne moti ☐ ni prisotno

20.) Kako bi ocenili odmevnost Vašega delovnega prostora?

☐ je prisoten odmev ☐ ni prisoten odmev ☐ ne vem

21.) Kako rešujete problem, če je?

Temperatura	Prevroče	Prehladno
Zrak	Suh	Vlažen
Osvetljenost	Presvetlo	Pretemno

22.) Ali v prostoru ali objektu opazite še kakšne druge probleme/ težave?

PRILOGA B:

Meritve v igralnici Metuljček, dne 6.4.2017

Prenova vzgojno varstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije

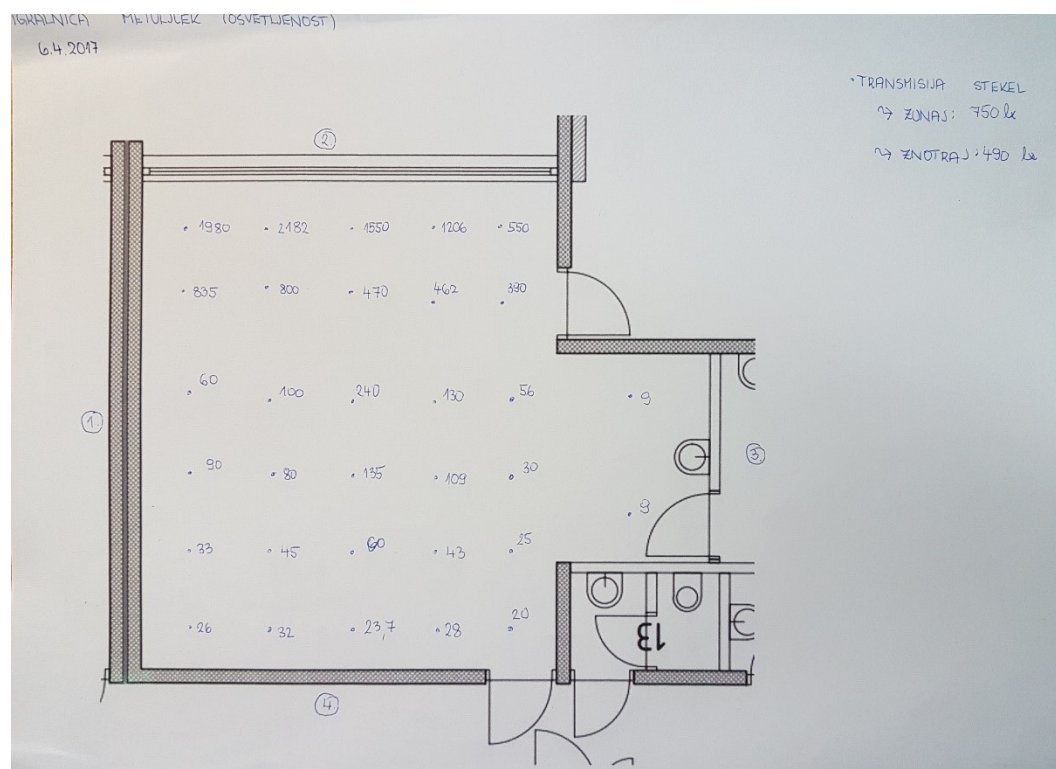
MERILNI LIST

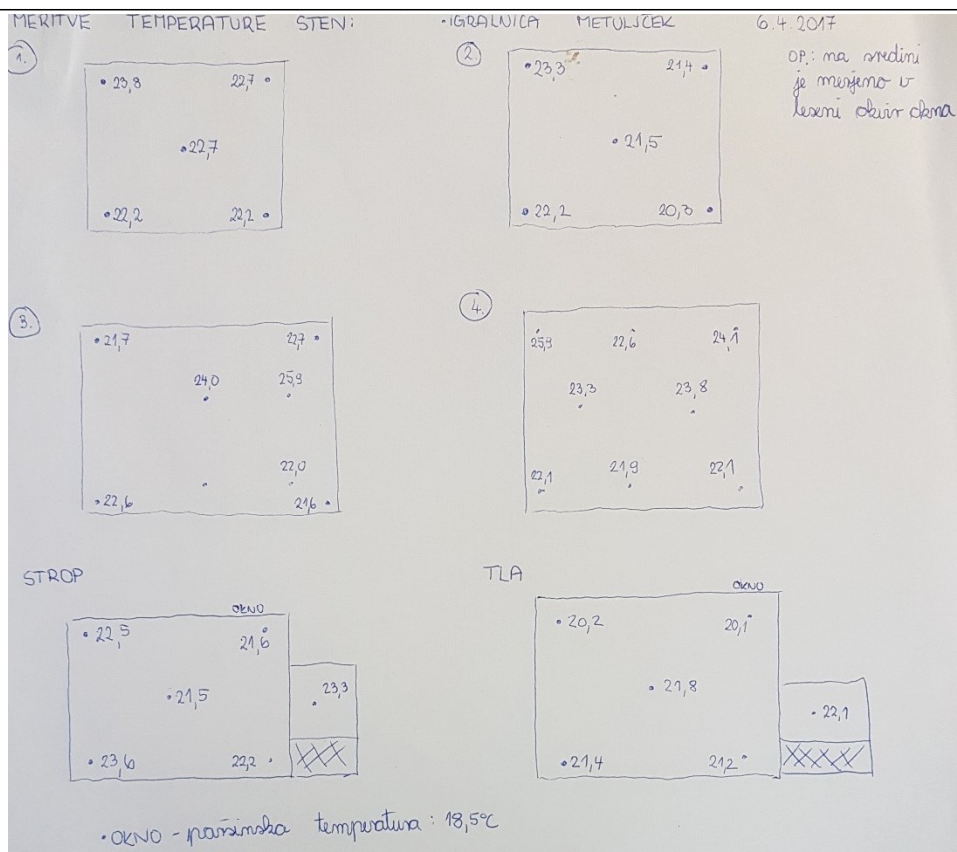
Datum: 6.4.2017 Čas: 8⁵⁰ - 9⁵⁰ Igralnica: METULJČEK

Vrsta meritve	Vreme	Priporočena vrednost	Prostor
Temperatura	~ minimalna oblačno ~ relativna vlažnost: 75% ~ temperatura: 11°C	Prostori za otroke 20°C Prostori za nego otrok do 3 let 23°C Športne igralnice 18-19°C	21,5°C - 22,3°C
Vlažnost		40 - 60%	49,8%
Osvetljenost		Igralnica 300 Lx Prostor za nego 500 Lx Delovne površine 350 Lx	✓
Vrednost CO2			1189 - 1300

IGRALNICA:
- površinskih je 50% luči
- odprto je 1 okno

Miha Božič Mentor: doc.dr. Mateja Dovjak





Meritve v igralnici Ptčki, dne 6.4.2017

Prenova vzgojno varstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije

MERILNI LIST

Datum: 6.4.2017 Čas: 10⁰⁰ - 10⁵⁰ Igralnica: PTČEK

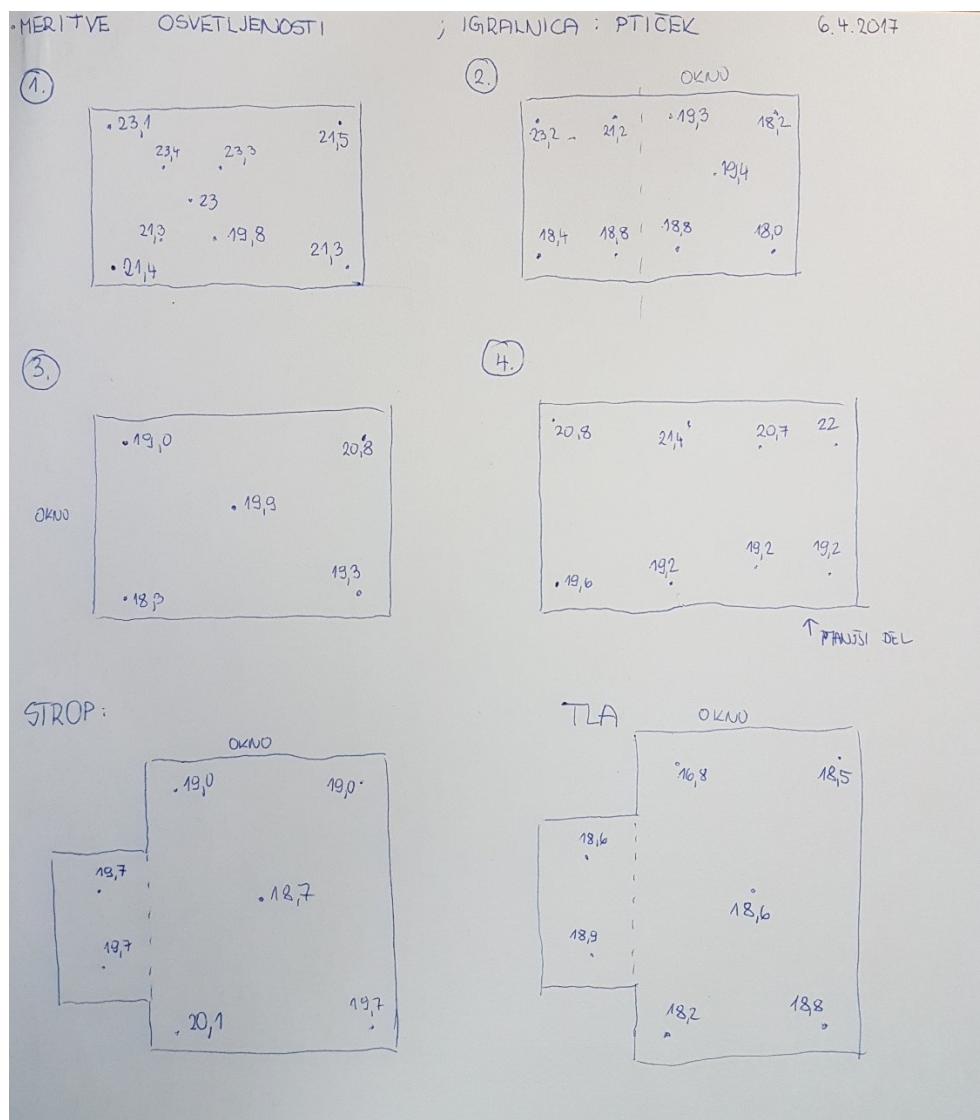
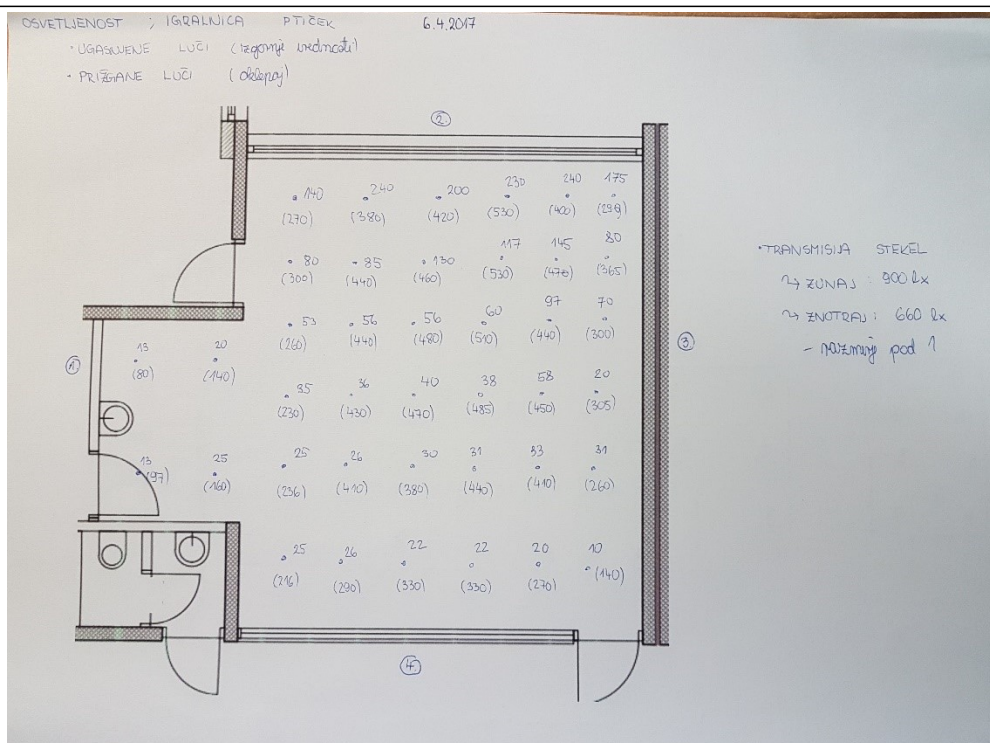
Vrsta meritve	Vreme	Priporočena vrednost	Prostor
Temperatura T_{Ai} (°C)	~ temperatura oblačnosti ~ relativna vlažnost 60% ~ temperatura: 12°C	Prostori za otroke 20°C Prostori za nego otrok do 3 let 23°C Športne igralnice 18-19°C	21,8°C - 22,4°C
Vlažnost RH_{Ai} (%)		40 - 60%	50%
Osvetljenost E_i (lx)		Igralnice 300 Lx Prostor za nego 500 Lx Delovne površine 350 Lx	
Vrednost CO2 C_{CO2} (ppm)			1800 - 2600 Vrednost nudi na 780 pri porokovljenju in možnosti igralnic 60 - 90 dB

HRUP
 L (dB(A))

Avtor: Miha Božič

Mentor: doc.dr. Mateja Dovjak

- odprto 1 okno
- prištevanih 1/4 ljudi



PRILOGA C:

Meritve v igralnici Metuljček, dne 12.6.2017

Prenova vzgojno varstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije

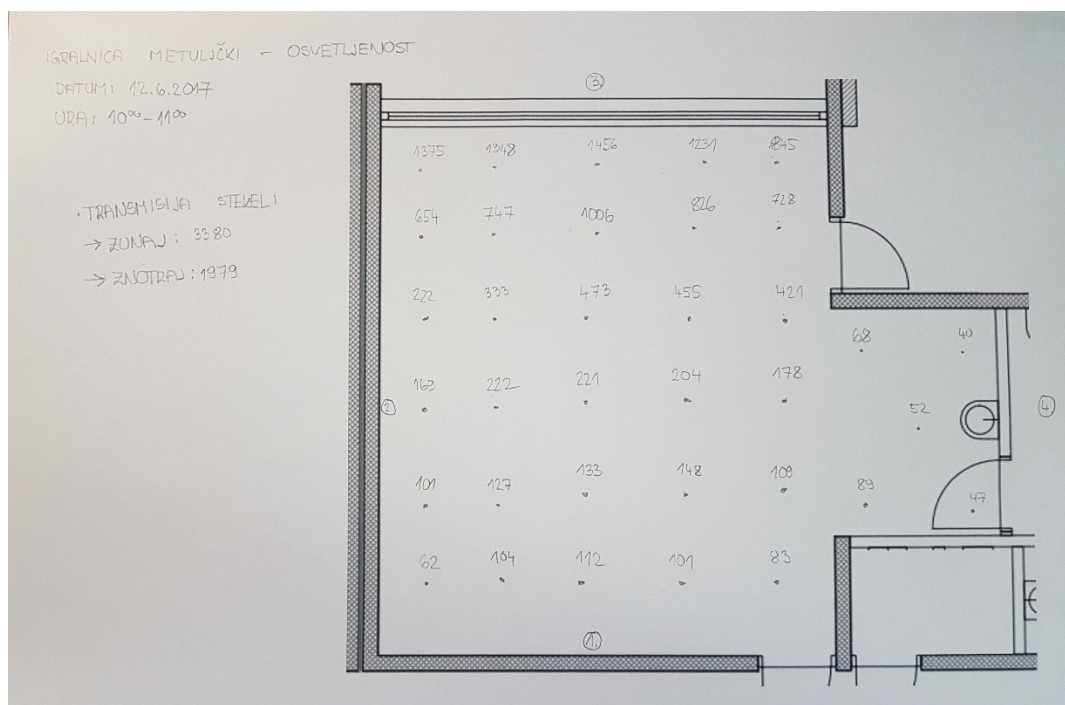
MERILNI LIST - IGRALNICA METULJČKI

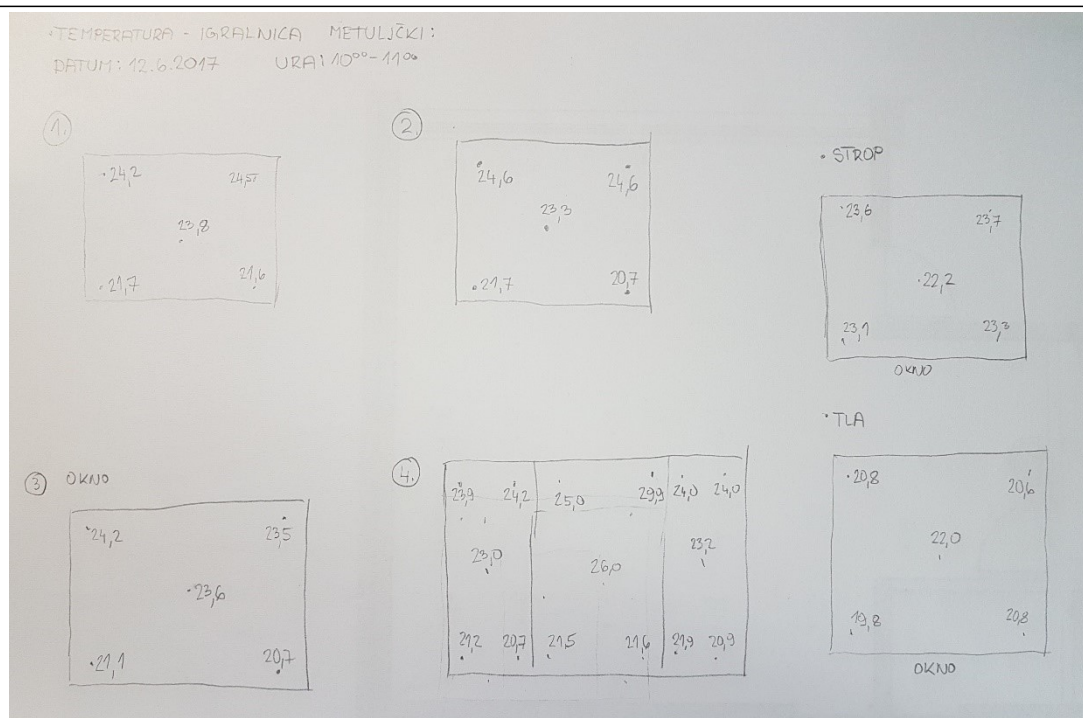
Datum: 12.6.2017

Vrsta meritve	Vreme	Priporočena vrednost	Meritev	Čas: 10 ⁰⁰ - 11 ⁰⁰
Temperatura	SONČNO RH = 55% T = 23°C		23,8°C	
Vlažnost		40 - 60%	47,0	
Osvetljenost		Igralnica 300 Lx Prostor za nego 500 Lx Delovne površine 350 Lx		
Vrednost CO ₂			715 PPM	

Avtor: Miha Božič

Mentor: doc.dr. Mateja Dovja





Meritve v igralnici Ptički, dne 12.6.2017

Prenova vzgojno varstvene ustanove z vidika kakovosti notranjega okolja in rabe energije

MERILNI LIST

Datum: 12.6.2017 IGRALNICA PTIČKI

Vrsta meritve	Vreme	Priloga	Meritev	Čas: 9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰
Temperatura	SONČNO VLAŽNA 59% T = 22°C		21,8°C	
Vlažnost		40 - 60%	53,3 %	
Osvetljenost		Igralnica 300 Lx Prostor za nego 500 Lx Delovne površine 350 Lx	✓	
Vrednost CO2			716 PPM	

Avtor: Miha Božič

Mentor: doc.dr. Mateja Dovjak

