

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jaka Gašper PEČNIK

**IZBOR KRITERIJEV ZA GRADNJO PASIVNEGA LESENEGA
VRTCA Z VEČKRITERIJSKIM ODLOČITVENIM MODELOM**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**THE SELECTION OF CRITERIA FOR BUILDING A PASSIVE
WOODEN KINDERGARTEN USING THE MULTIPLE CRITERIA
DECISION MODEL**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2017

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študija lesarstva – 2. stopnje.

Senat Oddelka za lesarstvo – BF je 19. 11. 2015 sprejel temo in za mentorico diplomskega dela imenoval izr. prof. dr. Manjo Kitek Kuzman, za somentorico doc. dr. Petro Grošelj in za recenzenta izr. prof. dr. Leona Oblaka.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Jaka Gašper Pečnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Du2
DK	UDK 694:727.1
KG	lesena gradnja/pasivni vrtci/ večkriterijsko odločanje/ fuzzy AHP/ kriteriji/ podkriteij
AV	PEČNIK, Jaka Gašper
SA	KITEK KUZMAN, Manja (mentor)/ GROŠELJ Petra (somentor)/ OBLAK Leon (recenzent)
KZ	SI-1000, Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2017
IN	IZBOR KRITERIJEV ZA GRADNJO PASIVNEGA LESENEGA VRTCA Z VEČKRITERIJSKIM ODLOČITVENIM MODELOM
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	IX, 56 str., 12 pregl., 31 sl., 84 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Danes je lesena gradnja najbolj razširjen način gradnje sodobnih pasivnih vrtcev. Uporaba lesa pri gradnji vrtcev narašča, saj je les naraven in okolju prijazen material, ki vpliva na ugodne bivalne pogoje. V magistrski nalogi smo preučevali, kako bosta skupini strokovnjakov in uporabnikov vrtcev razporedili arhitekturne, okoljske in ekonomske kriterije po pomembnosti. Za raziskavo smo pripravili anketni vprašalnik, s pomočjo katerega smo prišli do odgovorov o pomembnosti posameznega kriterija in podkriterija. Kriterije smo razdelili na arhitekturne, okoljske in ekonomske sklope. Pri vsakem kriteriju smo obravnavali štiri podkriterije. Na podlagi pridobljenih rezultatov smo s pomočjo metode analitičnega hierarhičnega procesa (AHP) pridobili razpored kriterijev po pomembnosti. Analiza je pokazala, da so anketiranci dali največji poudarek arhitekturnim kriterijem, sledili so okoljski kriteriji in ekonomski kriteriji.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN	Du2
DC	UDC 694:727.1
CX	wooden building/ passive kindergarten/ multi-criteria decision model/fuzzy AHP/criteria/ sub-criteria.
AU	PEČNIK, Jaka Gašper
AA	KITEK KUZMAN, Manja (mentor)/ GROŠELJ Petra (somentor)/ OBLAK Leon (recenzent)
PP	SI-1000, Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY	2017
TI	THE SELECTION OF CRITERIA FOR BUILDING A PASSIVE WOODEN KINDERGARTEN USING THE MULTIPLE CRITERIA DECISION MODEL
DT	M. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO	IX, 56 p., 12 tab., 31 fig., 84 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Today wooden construction is one of the most common construction types for building modern passive kindergartens. The use of wood for building kindergartens has been increasing recently, as wood is a natural, energy efficient material which helps creating a healthy living environment. The aim of this study is to define, how two different groups of people: experts and employees in kindergarten, would select the importance of different criteria for building a kindergarten. A query was carried out. The criteria were divided into three groups: architectural, environmental and economical. In each of the specific criteria we selected four sub-criterias. Results were analysed using the analytic hierarchy process (AHP) as a widely used multi-criteria method. The AHP analysis revealed that the interviewees selected the architecture criteria as the most important, followed by the environmental and the economical ones.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD).....	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik.....	VIII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJ RAZISKAVE	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ZASNOVA VRTCA KOT PRVE IZOBRAŽEVALNE USTANOVE OTROK	3
2.2 SODOBNA ENERGIJSKO UČINKOVITA GRADNJA	6
2.2.1 Energijski nivoji pri varčni gradnji objektov	8
2.2.1.1 Nizkoenergijska hiša.....	8
2.2.1.2 Trilitrska hiša.....	9
2.2.1.3 Pasivna hiša	9
2.2.1.4 Ničenergijska, samozadostna in plusenergijska hiša	10
2.3 PRAVILNIK O NORMATIVIH IN MINIMALNIH TEHNIČNIH POGOJIH ZA PROSTOR IN OPREMO VRTCA	10
2.3.1 Zelena javna naročila	12
2.4 SISTEM GRADNJE	13
2.4.1 Klasična gradnja.....	14
2.4.2 Kontejnerska gradnja	15
2.4.3 Lesena gradnja.....	19
2.4.3.1 Sodobna masivna lesena konstrukcija	19
2.4.3.2 Skeletna konstrukcija.....	19
2.4.3.3 Okvirna (panelna) konstrukcija	20
2.5 PREGLED IZBRANIH LESENIH VRTCEV V SLOVENIJI	20
2.6 PREGLED OBJAV S PODROČJA AHP	29

3	MATERIALI IN METODE	30
3.1	METODA ANALITIČNEGA HIERARHIČNEGA PROCESA (AHP)	30
3.1.1	Mehki (fuzzy) AHP	31
3.2	MODEL ZA IZBIRO NAJPOMEMBNEJŠIH KRITERIJEV ZA GRADNJO VRTCA	35
3.2.1	Predstavitev izbranih kriterijev	36
3.2.2	Izvedba ankete	40
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	42
4.1	RAZVRSTITEV KRITERIJEV IN PODKRITERIJEV PO POMEMBOSTI	42
4.1.1	Razvrstitev kriterijev	42
4.1.2	Razvrstitev podkriterijev	43
4.1.3	Skupna razvrstitev.....	46
5	SKLEPI	48
6	POVZETEK.....	50
7	VIRI	52
8	VIRI SLIK.....	55

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Delitev energijsko učinkovite gradnje po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskega izkaznika stavb (Praznik in Kovič, 2010)	7
Preglednica 2: Lastnosti kontejnerjev 20' in 40' (Wikipedia, 2016).....	15
Preglednica 3: Seznam novo zgrajenih lesenih vrtcev v Sloveniji	21
Preglednica 4: Ri indeks (Satty, 2006)	31
Preglednica 5: Lingvistična skala z utežmi (Beskese, in sod. 2015).....	33
Preglednica 6: Anketni vprašalnik za izbiro najpomembnejšega kriterija	40
Preglednica 7: Kriteriji z deleži s strani uporabnikov vrtcev glede pomembnosti in njihovi utežni deleži.....	43
Preglednica 8: Kriteriji z deleži s strani strokovnjakov glede pomembnosti in njihovi utežni deleži.....	43
Preglednica 9: Skupni kriteriji z deleži glede pomembnosti in njihovi utežni deleži	43
Preglednica 10: Prikaz uteži in razvrstitve po pomembnosti podkriterijev uporabnikom vrtcev	44
Preglednica 11: Prikaz uteži in razvrstitve po pomembnosti podkriterijev strokovnjakov ..	45
Preglednica 12: Skupinski rezultati	47

KAZALO SLIK

Slika 1: Mladi rod (Mladina, 2016).....	4
Slika 2: Fuji (Openbuilding, 2016).....	4
Slika 3: Valency Lausanne (Notrehistorie, 2016)	4
Slika 4: Lugisland (Behnisch, 2016)	4
Slika 5: Raba količine energije v stavbah (Kuzman, 2012)	8
Slika 6: ISO kontejner (ISO, 2016)	15
Slika 7: Vrtec Brezovica (Modularni vrtec, 2016)	17
Slika 8: Vrtec Škofja Loka (Modularni vrtec, 2016).....	17
Slika 9: Vrtec Ilirska Bistrica (Modularni vrtec, 2016).....	17
Slika 10: Vrtec Ravne na Koroškem (Modularni vrtec, 2016).....	17
Slika 11: Ecole Saint Exupery (Koma, 2016)	18
Slika 12: Grange Road Kindergarten Association and.....	18
Slika 13: Children's activity center (Phooey, 2016)	18
Slika 14: Fawood Children's center (Arcspace, 2016)	18
Slika 15: Vrtec Domžale (Marles, 2016).....	23
Slika 16: Vrtec Polzela (Polzela, 2016).....	23
Slika 17: Vrtec Ljubljana (Jelka, 2016).....	24
Slika 18: Vrtec Kekec, Ljubljana (Kekec, 2016).....	24
Slika 19: Vrtec Ribnica (Ribnica, 2016)	25
Slika 20: Vrtec Žaga pri Bovcu (Bovec, 2016)	25
Slika 21: Vrtec Bizovik (Čebelica, 2016).....	26
Slika 22: Vrtec Trzin (Esplada, 2016).....	26
Slika 23: Vrtec Preddvor (Storžek, 2016)	27
Slika 24: Vrtec Šoštanj (Šoštanj, 2016).....	27
Slika 25: Vrtec Poljčane (Modular Arhitekti, 2016)	28
Slika 26: Vrtec Šentrupert (Jelovica, 2016).....	28
Slika 27: Model hierarhične strukture	30
Slika 28: Trikotna in trapezna oblika pripadnostne funkcije.....	32
Slika 29: Primerjalna lingvistična skala uteži kriterijev	33
Slika 30: Odločitveno drevo za ekonomske, okoljske in arhitekturne kriterije.....	36

Pečnik J.G. Izbor kriterijev za gradnjo pasivnega lesenega vrtca z večkriterijskim odločitvenim modelom.

Mag. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2017

Slika 31: Grafi rezultatov uporabnikov vrtcev, strokovnjakov ter skupinska razvrstitev ... 46

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Lesena gradnja je poleg masivne klasične izvedbe najbolj razširjen način gradnje sodobnih pasivnih vrtcev. Nove usmeritve, ki poudarjajo izbiro naravi in otrokom prijaznih materialov, nakazujejo les kot najprimernejši material za gradnjo vzgojno-izobraževalnih ustanov. Rezultati javnomnenjske raziskave (Kuzman, 2011), v katero so bile kot potencialni investitorji vključene izbrane slovenske občine, kažejo, da le-te podpirajo gradnjo vrtcev, šol in stanovanjskih naselij. Vse več investorjev se odloča za sodobno leseno gradnjo, ki je usmerjena k zniževanju vplivov na okolje in s tem k trajnostnemu razvoju.

Ključnega pomena za učinkovitejšo rabo javnih sredstev je vključevanje okoljskih zahtev v načrtovanje gradnje in upoštevanje izračunavanja stroškov celotne življenjske dobe. Leta 2013 je potekal prvi javni natečaj za promocijo rabe lesa, ki je temeljil na Programu dela in finančnega načrta Javne agencije Republike Slovenije za spodbujanje podjetništva, inovativnosti, razvoja investicij in turizma. S prvim natečajem za naj gradnjo leta 2013 so organizatorji želeli spodbuditi zavest o pomenu rabe lesa pri gradnji objektov in promociji lesa kot materiala vsakdanjega življenja. V okviru natečaja so bili predstavljeni tudi številni sodobni vzgojno izobraževalni projekti, ki so dosegali standard pasivnih objektov. Leta 2016 je potekal že drugi tovrstni natečaj, na katerem so bila podeljena posebna priznanja slovenskim izvajalcem lesene montažne gradnje (Marles hiše Maribor, Friderik Kager in Lumar IG).

Namen magistrske naloge je prikazati stanje na področju gradnje pasivnih vrtcev. Opredeljeni in ovrednoteni bodo različni kriteriji, ki vplivajo na izbiro konstrukcijskega sistema gradnje vrtca: klasični zidan, kontejnerski ali lesen. V prvem delu magistrske naloge bo predstavljen pregled objav s področja gradnje sodobnih nizkoenergijskih in pasivnih vrtcev. Izbranih bo nekaj novejših lesenih vrtcev, zgrajenih v Sloveniji po letu 2008. Predstavljena bo uporaba analitičnega hierarhičnega procesa (AHP) v raziskavah s področja rabe lesa. Preučeni in izbrani bodo kriteriji, ki vplivajo na izbiro načina gradnje pasivnih vrtcev. Kriteriji bodo razdeljeni v tri sklope: ekonomski kriteriji, okoljski kriteriji in arhitekturni kriteriji.

V drugem delu bo pomembnost kriterijev ovrednotena s pomočjo dveh skupin – uporabnikov in strokovnjakov. S pomočjo metode AHP bodo kriteriji primerjani med seboj in izmed vseh ovrednotenih kriterijev bodo izbrani najpomembnejši.

1.2 CILJ RAZISKAVE

Na področju gradnje lesenih vrtcev imamo v Sloveniji dolgo tradicijo. Cilj raziskave je ugotoviti stanje sodobne lesene gradnje na področju vzgojno-izobraževalnih ustanov. Izbrani bodo najpomembnejši kriteriji za izbiro načina gradnje vrtcev (klasična zidana, lesena in kontejnerska). Na podlagi izbranih kriterijev bo mogoče predlagati optimalni sistem gradnje pasivnih vrtcev.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

V zadnjem času je lesena gradnja vse bolj razširjen način gradnje tako novih stanovanjskih kot tudi javnih zgradb. Z namenom doseganja čim boljše energijske učinkovitosti objektov se vse več naročnikov odloča za gradnjo dobrih nizkoenergijskih ali pasivnih hiš. Znano je, da je za pasivne hiše primernih več gradbenih tehnologij (Zbašnik Senegačnik, 2007). Gradbene tehnologije se med seboj razlikujejo po uporabi materialov, tehničnih rešitvah pri gradnji, končnem izgledu objekta, počutju itd. Za izbrane arhitekturne, okoljske in ekonomske kriterije, ki jih bomo obravnavali v magistrski nalogi, predvidevamo, da je lesena konstrukcija najbolj optimalna izvedba za gradnjo pasivnega vrtca. Pri opravljanju anket smo anketirance razdelili v dve skupini, in sicer v skupino strokovnjakov in skupino uporabnikov vrtcev. S strani strokovnjakov pričakujemo, da bodo največji poudarek namenili arhitekturnim kriterijem, predvsem ovojju stavbe in orientaciji, saj sta ta dva kriterija tehnično merljiva in ključna za doseganje pasivne gradnje objekta. Za skupino uporabnikov, ki jo v večjem delu predstavljajo ravnatelji vrtcev, pa pričakujemo večji poudarek na ekonomskih kriterijih, predvsem pri stroških ogrevanja in vzdrževanja. Menimo, da imajo kot končni uporabniki več praktičnih izkušenj s področja finančnega vodenja objekta. Glede na vse večjo splošno osveščenost o uporabi obnovljivih materialov in obnovljive energije pričakujemo, da bodo visoko ovrednoteni tudi okoljski kriteriji.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZASNOVA VRTCA KOT PRVE IZOBRAŽEVALNE USTANOVE OTROK

V Sloveniji je arhitektura vzgojno-izobraževalnih ustanov, predvsem vrtcev in šol, že od začetka 20. stoletja vseskozi eden najpomembnejših sklopov načrtovanj (Ivanič, Kuhar, 2008). Ivanič in Kuhar v svoji knjigi *Sodobna arhitektura šol v Sloveniji* poudarjata, kako pomembna je kreativnost prostorov, uporaba novih materialov ter pomen barv in svetlobe. Leta 1968 je bila zgrajena šola Franceta Prešerna v Kranju, ki je za tisti čas veljala kot odraz modernega snovanja vzgojno-izobraževalnih ustanov. Kmalu zatem je leta 1972 nastal klasično zidan vrtec Mladi rod (slika 1). Obe stavbi je zasnoval učenec arhitekta Edvarda Ravnikarja, Stanko Kristl. Zanimiv primer zgrajenega vrtca je vrtec Mladi rod. Avtor se je zavedal otroškega doživetja prostora in oblik, zato je prostor snoval v neortogonalni zasnovi konusoidnih lupin, da bi otrokom ponudil občutek večje varnosti. Vrtec je namenjen 275 otrokom. Pomembnejši novonastali objekti vzgojno-izobraževalnih ustanov so še Vrtec pod gradom Prule (1963), Vrtec Kolezija in Vrtec Ostržek – Črnuče (1969), Vrtec Ciciban/Ajda Bežigrad, Vrtec Rožnik (1974), Vrtec Ledina (1976) ter vrtca Miškolin – Novo polje (1979) in Viški vrtci – Jamova cesta (1981).

V začetku osemdesetih je zaradi ekonomskih razlogov močno upadel duh novogradenj ter prenov objektov, saj sta bila cena in hitrost pomembnejša kriterija kot kvaliteta. Tak trend se je nadaljeval tudi po osamosvojitvi Slovenije. Gradnja tovrstnih ustanov je narasla, saj so se povečale potrebe po organiziranem varstvu otrok (naraščale so generacije predšolskih otrok). Ivanič in Kuhar (2008) navajata, da so imeli nizki investicijski stroški posledično slabši končni rezultat. Z manj denarja porabimo sicer manj časa, a na račun nedovršenih arhitekturnih detajlov je rezultat pomanjkanje poudarka na dobrih bivalnih pogojih, izbiri materialov itd. Hkrati ne gre samo za bivanje, temveč umestitev samega objekta v prostor, ki ga bo novozgrajeni objekt celostno oblikoval. Dudek (2000) navaja različne tipe arhitektur vrtca za različna obdobja: metaforična oblika, organska oblika in modernizem. Za obdobje »metafore« je najbolj značilna arhitektura Christopha Mäcklerja, ki je izdelal načrt za vrtec Kita v Frankfurtu (1989). Zasnoval ga je v obliki majhnega mesteca, kjer so učilnice predstavljale posamezne vrstne hiše. Na podoben način »brez meja« je zgrajen vrtec potapljaljoče ladje v Luginslandu v Stuttgartu (1990) (slika 4). Na kritiko metaforične gradnje

vrtcev so se pojavili vrtci organskih oblik. Eden takih je Hundertwasser – Kindertagesstätte (1995). Za organske oblike je značilno, da oponašajo naravo in ustvarijo pravljичen pridih prostorov, ki so nepravilnih oblik. Sledil je modernizem, vendar prilagojen otroški ravni. Leta 1950 je Jean Prouvé oblikoval prefabricirane gradbene elemente za namen prostorsko omejenih hitro rastočih šol v Franciji. Z uporabo naprednih prefabriciranih konstrukcij je radikalno spremenil šolsko okolje, ki naj bi bilo primernejše za učenje in pedagoško delo. Zaradi porasti gradnje šolskih objektov v povojnem obdobju je v mestu Maxeville proizvajal prefabricirane sisteme, ki so spremenili prostorsko kvaliteto objektov. Označeni so bili kot »nizko kvalitetne stavbe«. Šolskim objektom je želel podati nov, inovativen videz, ki bi deloval sodobno. Šolski objekti v Villejuif (1953) so bili narejeni iz robustnih paličnih okvirjev, ki so bili zapolnjeni s steklenimi površinami. Stavba je tako delovala zelo elegantno (Dudek, 2000).



Slika 1: Mladi rod (Mladina, 2016)



Slika 3: Valency Lausanne (Notrehistorie, 2016)



Slika 2: Fuji (Openbuilding, 2016)



Slika 4: Lugisland (Behnisch, 2016)

Kotnik (2014) opisuje 31 primerov sodobno zgrajenih vrtcev doma in v tujini. Izpostavljeni so pristopi snovanja vrtcev, ki temeljijo na poznavanju vzgojnih principov otrok. Vrtec mora zagotavljati varno okolje za vzgojo predšolskih otrok in omogočati izvajanje različnih

aktivnosti, kar pripomore k razvoju otrok. Lokacija vrtca je eden prvih pomembnejših parametrov pri gradnji. Priporočena oddaljenost vrtca od bivališča otroka je med 500 in 1000 m; to razdaljo naj bi triletni otrok prehodil v 15 minutah. Pri izbiri lokacije gradnje vrtca je pomembno, da ga umestimo v mirno in čisto okolje, ki ni izpostavljeno hrupu. V bližnji okolici naj bo čim več zelenih površin s čim daljšo izpostavitvijo dnevni sončni svetlobi. V okolje naj bo objekt umeščen tako, da ni zasenčen z okoliškimi stolpnici. Če je možno, naj igralnice gledajo v naravo, okolica pa mora biti varna. Velikost vrtca je odvisna od števila otrok. Primeren razpon števila otrok se giblje med 40 in 240, kar je od dva do dvanajst oddelkov. Za postavitev vrtcev so danes primerni vsi materiali, zadnje čase pa narašča uporaba lesa kot obnovljivega oz. naravnega vira. Pri snovanju objekta je najpomembnejša varnost ter izolativnost, ki preprečuje prehajanje hladnega zraka v notranjost, hkrati pa ščiti tudi pred hrupom iz okolice. Notranjost vrtca naj bi bila razdeljena na tri glavne oddelke: oddelk za otroke, vzgojitelje in kuhinjo. S tem se poveča varnost otrok in preprečuje bolezni ter nevarnosti. Zaželeno je, da se v otroškem oddelku nahajajo igralni prostori, garderobe, športni kotiček, sanitarije, povezava z zunanjim igriščem in po potrebi še dodatne namenske sobe. V vzgojitelskem oddelku naj se nahajajo pisarne, sanitarije, sobe za vodenje sestankov, delovne sobe itd. Kuhinja, shramba za hrano, pralnice, čistilnice in sanitarije so ločeni prostori na svojem oskrbovalnem oddelku. Vodili pri snovanju opreme in postavitve prostora v otroškem oddelku sta varnost in namembnost. Vsa notranja oprema, ki je namenjena otroški uporabi, mora biti prilagojena njihovi velikosti. Vsa oprema mora imeti certifikat o skladnosti izdelkov. Pohištvo ne sme imeti ostrih robov, imeti mora gladke površine, razne odprtine/izvrtine morajo biti v skladu s standardi o skladnosti. Težji ali večji elementi morajo biti fiksirani na tla ali na steno. Zunanja igralna površina naj bi bila velikosti vsaj 15 m² na otroka. V kolikor vrtec nudi več zelenih površin, kjer se otroci lahko varno nahajajo, je možna tudi manjša kvadratura. Pomembna je tudi klima v prostorih. V zimskem času je zaželena temperatura nad 21 °C z relativno zračno vlažnostjo 35 %. V poletnem času je maksimalna ustrezna relativna vlažnost 50 % ter temperaturni razpon od 24 do 26 °C, kar omogoča kroženje zraka.

2.2 SODOBNA ENERGIJSKO UČINKOVITA GRADNJA

Evropska unija zaradi povečane odvisnosti od uvoza energije, kot rezultat omejenih energijskih virov ter posledic podnebnih sprememb, želi znižati porabo energije. Z energijsko učinkovitostjo bi Unija zmanjšala porabo primarne energije, posledično njen uvoz in izpust toplogrednih plinov, kar pa bi pozitivno vplivalo tudi na podnebne spremembe. Evropska podnebno-okoljska politika je sprejela sklep o pomembnosti povečanja energijske učinkovitosti v Uniji. Zahtevajo, da do leta 2020 Evropska unija doseže 20% prihranek pri porabi primarne energije. Kot navajajo podatki iz uradnega lista Evropske unije (2016), stavbe predstavljajo 40 % končne porabe energije v Uniji in prav stavbe so ključne za doseganje cilja zmanjševanja porabe energije. Stavbe v lasti javnih organov predstavljajo znaten delež, sem pa spadajo tudi vrtci.

Leta 2010 je v veljavo stopil nov pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES). Pravilnik določa tehnične zahteve, s katerimi objekt zagotavlja učinkovito rabo energije v stavbah predvsem na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja itd. Pravilnik se uporablja pri gradnji ali sanaciji stavb, oz. kjer se v objekt posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja, v kolikor je to izvedljivo. Toplotna zaščita prenove ali novogradnje mora dosegati vrednost $U < 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ogrevalni sistemi za vodo morajo imeti temperaturo vode namesto 70–90 °C samo 55 °C, določena je tudi največja dovoljena moč za hlajenje stavb ter povprečna osvetljenost in uporaba svetil.

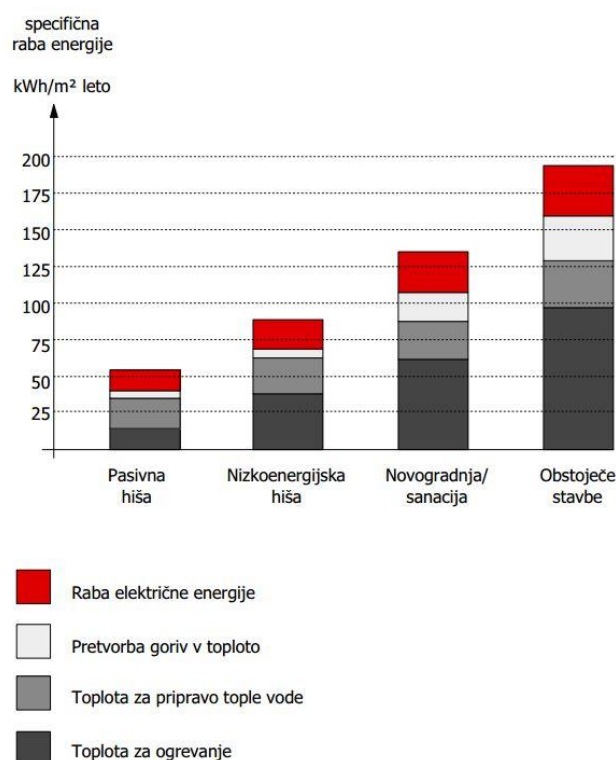
Za nove in obstoječe obnovljene objekte, ki so na seznamu nepremičnin, je treba predložiti energetska izkaznica stavbe. Energetska izkaznica je listina s podatki o energijski učinkovitosti stavbe in priporočili za povečanje energijske učinkovitosti. Na podlagi izkaznice lahko lažje predvidimo pričakovane stroške za porabljeno energijo v objektu. Od leta 2015 izkaznico potrebujejo vse nove stavbe in javni objekti s površino, večjo od 250 m². Z določitvijo energijske učinkovitosti objekta je le-ta uvrščen v energijske razrede, pri čemer je za vsak posamezen razred določena poraba energije (preglednica 1). Energijska učinkovitost je določena z rabo energije. Višji kot je izkoristek dobavljene energije, višja je energijska učinkovitost. Na podlagi pravilnika o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic stavb ločimo računsko ter merjeno energetska izkaznico. Računska izkaznica se

izda na podlagi računskih kazalnikov, meritvena pa se določi na podlagi meritev rabe energije. Slednja se izdaja za obstoječe nestanovanjske objekte.

Preglednica 1: Delitev energijsko učinkovite gradnje po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Praznik in Kovič, 2010)

Delitev skladno s pravilnikom razred	Letna poraba po toploti za ogrevanje (kWh/m ² a)	V praksi uporabljena delitev	Varianta izvedbe
A1	≤ 10	1 literska hiša	dodatno izolativno izboljššan ovoj + rekuperacija+ozboljšano stavbno pohištvo
A2	10 - 15	pasivne hiše	dodatno izolativno izboljššan ovoj + rekuperacija
B1	15- 25	dobre nizkoenergijske hiše	izolativno izboljššan ovoj + rekuperacija
B2	25 - 40	nizkoenergijske hiše	izolativno izboljššan ovoj
C	40 - 50	minimalna zahteva energijske učinkovitosti	klasični ovoj

Danes poznamo več konceptov energijsko varčne gradnje: nizkoenergijska, trilitrska, pasivna, energijsko samozadostna in plusenergijska hiša. Glede na njihovo letno porabo energije jih lahko uvrstimo v posamezen energijski razred. Na sliki 5 je prikazana poraba posamezne specifične energije glede na tip stavbe.



Slika 5: Raba količine energije v stavbah (Kuzman, 2012)

Glede na količino porabljene energije je na sedemstopenjski lestvici od A do G možno objekte razvrstiti v posamezen razred. V razred A (0–15 kWh/m² energije letno) spada pasivna hiša. Nizkoenergijska hiša spada v razred B (15–35 kWh/m² energije letno) v razrede nižje pa spadajo starejši objekti (Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskega izkaznic stavb, 2009). Investicija za doseganje standarda pasivne hiše je stroškovno upravičena, saj se ob 10 % dražji gradnji poraba energije za ogrevanje v primerjavi z običajnimi zgradbami lahko zmanjša na 20 % ali manj (Praznik, Senegačnik 2011).

2.2.1 Energijski nivoji pri varčni gradnji objektov

2.2.1.1 Nizkoenergijska hiša

Značilnost nizkoenergijske hiše je energijsko število med 40 in 60 kWh/(m²a) za obdobje enega leta. Takšno vrednost se dosega z ustrezno izolacijo, zrakotesnostjo in zasteklitvijo. Za razliko od pasivne hiše so v nizkoenergijskih objektih potrebni grelni mediji, pretok zraka se omogoča z odpiranjem oken. Zrakotesnost mora dosegati normo $n_{50} \leq 0,15 \text{ h}^{-1}$.

2.2.1.2 Trilitrska hiša

Trilitrska hiša ima energijsko izkaznico B1–B2. Poraba za toplotno energijo ne sme biti višja od 30 kWh/(m²a). Zagotovljeno mora imeti vsaj sončno ogrevanje sanitarne vode ali prezračevanje, ki vključuje vračanje toplote izrabljenega zraka. Konstrukcija mora biti izvedena brez toplotnih mostov. Po porabi energije jo po lestvici porabe energije razvrščamo med nizkoenergijsko in pasivno hišo.

2.2.1.3 Pasivna hiša

Pasivna hiša ne potrebuje aktivnega ogrevalnega sistema. Razlika z nizkoenergijsko hišo je v dosledno izpeljani tehnologiji gradnje, sodelovanju strokovnjakov, ki s skupnimi interesi lahko izvedejo tehnološke rešitve. Potrebna je napeljava naprav za ogrevanje, prezračevanje, prav tako je pomemben ovoj stavbe. Pasivne hiše porabijo več kot štirikrat manj energije kot običajne novogradnje. Vzroki za to se nahajajo v boljši izolativnosti, preprečevanju toplotnih mostov, zrakotesnosti, pravilni vgradnji oken in vrat ter prezračevanju. Prezračevanje poteka s prezračevalno napravo, ki porabljenemu zraku odvzame toploto in z njo dogreva nov zrak – rekuperacijo zraka. S tem zmanjšamo energijske izgube ter omogočimo stalen tok svežega zraka. S pomočjo zrakotesnosti zmanjšamo izpostavljenost materialov propadanju. Zaradi spremembe temperature zraka in spremembe v tlaku zrak prehaja skozi špranje. Ob ohlajanju zraka ta kondenzira in tako lahko na dolgi rok pride do plesnenja oz. propadanja materiala. Zahtevana zrakotesnost za pasivne hiše znaša vrednost $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. Z ustrezno gradnjo in tehničnimi rešitvami je možno močno zmanjšati toplotne mostove, kar vpliva na udobje bivanja. Standard za pasivne hiše CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses A European Standard*) ima naslednje zahteve:

- toplotna prehodnost U gradbenih elementov mora biti pod 0,15 W/m²K;
- izvedba brez toplotnih mostov ($\psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$);
- zrakotesnost, vsaj $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ opravljeno po DIN EN 13829 s 50 Pa tlačne razlike;
- zasteklitev z U_w pod 0,8 W/m²K;
- okenski okvirji z U_f pod 0,8 W/m²K po DIN EN 10077;
- poraba električne energije za delovanje prezračevalne naprave $\leq 0,4 \text{ Wh/m}^3$;
- najnižje toplotne izgube pri pripravi in distribuciji sanitarne vode;

- uporaba električnih naprav z nizko porabo električne energije v razredu A/A+.

Tako velja letna poraba toplote pri pasivni hiši $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar je vsaj trikrat manj kot pri nizkoenergijski hiši. Poraba električne energije na letnem nivoju ne sme presegati $18 \text{ Wh/m}^2\text{a}$, toplotne izgube pa so dovoljene do vključno 10 W/m^2 (Zbašnik Senegačnik, 2007).

2.2.1.4 Ničenergijska, samozadostna in plusenergijska hiša

Ničenergijska hiša v primerjavi s pasivno hišo porabi še manj energije, saj celotno porabljeno toplotno in električno energijo skozi leto pridobiva s pomočjo sončne energije. V dnevih energijskega presežka hiša oddaja električno energijo v javno omrežje, v obdobju, ko so obnovljivi viri omejeni, pa elektriko prejema iz omrežja. Letna bilanca glede oddajanja in prejemanja energije mora biti izravnana. Energijsko samozadostna hiša s pomočjo shranjevalnih zalog zagotavlja skozi celo leto vso potrebno energijo po ogrevanju sanitarne vode, elektrike in ogrevanja. Potrebne so zadostne kapacitete akumulatorjev elektrike, ki se shranjuje za potrebe, ko primanjkuje sončne svetlobe.

Energijsko najučinkovitejša je plusenergijska hiša. Po lastnostih je enaka samozadostni hiši, pri tem pa plusenergijska hiša še bolje izkorišča sončno energijo in njen presežek v obliki električne energije oddaja v javno omrežje.

2.3 PRAVILNIK O NORMATIVIH IN MINIMALNIH TEHNIČNIH POGOJIH ZA PROSTOR IN OPREMO VRTCA

Urad Republike Slovenije je izdal pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca, 2000). Izpostavljenih je nekaj pomembnejših členov, ki obsegajo zemljišče vrtca, stavbo, higienske in tehnične pogoje.

Peti člen predpisuje velikost lokacije zemljišča, pri tem pa glede na postavitev oz. velikost zemljišča vrtca pripada najmanj 15 m^2 na otroka, v primeru da ima vrtec omogočen dostop do zelenih površin. Celotno okolje kot tudi pot do vrtca mora biti za otroke varna, če je mogoče, je priporočljiva povezava z drugimi šolami/vrtci ter rekreacijskimi površinami.

Hrup in škodljive snovi v zraku ne smejo presegati dovoljenih mej. Osmi člen predpisuje, da so igrišča urejena tako, da se otroci lahko raznoliko zabavajo. Vsebovati morajo sestavljene in kompleksne igralne enote, z 1,5 enote na otroka. Vsa igrala morajo imeti certifikat o skladnosti. V 10. členu je zapisano, da mora imeti igrišče sončno lego, a hkrati tudi zasenčene površine, zaščito pred vetrom in rastlinje brez nevarnih strupenih snovi. V 13. členu piše, naj bo vrtec orientiran tako, da prejme čim več naravne svetlobe. Bivalni prostor otrok ne sme biti orientiran v območju severovzhoda in severozahoda. Izjema so tišja okolica, edini možen pogled v naravo, varnost ali večji mir. Členi od 46 do 53 opredeljujejo higienske in tehnične pogoje. Tla vrtca morajo biti trdna, ne drseča, omogočati morajo enostavno čiščenje. Na zunanjih talnih oblogah mora biti zagotovljeno odtekanje meteornih voda. Stene v igralnici in garderobi morajo biti do višine 1,20 m obložene z materiali, ki dajejo občutek toplote (npr. les), sanitarni prostori pa morajo biti oblečeni v vodoodporne materiale. Predelne stene ne smejo biti zastekljene do višine 1,20 m. Do iste višine morajo biti zaščiteni tudi vogali. Igralnice morajo imeti zaščitne obloge, ki blažijo udarce. Okna, ki se odpirajo v prostor, morajo biti na višini vsaj 1,25 m. Najmanj 30 % oken mora imeti možnost odpiranja na nagib. Pri sevanju sončne svetlobe je treba zagotoviti tudi zatemnitev. Zunanja vrata morajo imeti nadstreške in napravo za avtomatsko zapiranje. Otroci samih vrat ne sme odpreti z notranje strani, zato mora biti kljuka na ustrezni višini. Pri tečajih vrat mora biti zaščita, ki preprečuje poškodbe otrok. Vsa vrata se morajo odpirati na izhod in ne smejo imeti pragov. Prostor, namenjen vzgoji otrok, morajo imeti naravno svetlobo. Slednja je definirana z najmanj 20 % neto tlorisne površine, kar zajema skupno površino obdelanih zidarskih odprtih. Umetna osvetlitev mora biti enakomerna, za posamezen prostor pa je predpisana tudi jakost v luminih. Predvidena temperatura prostorov je navedena v 2. poglavju in znaša 24–26 °C v poletnem obdobju ter nad 21 °C v zimskem. Prezračevanje je predpisano s tehničnimi predpisi, hitrost pretoka ne sme presegati 0,2 m/s. Hrup mora biti preprečen z uporabo materialov, ki ga dušijo, inštalacije pa morajo biti izpeljane tako, da se zvok ne prenaša po bivalnih prostorih otrok.

2.3.1 Zelena javna naročila

Pri zelenem javnem naročanju naročnik upošteva okoljske vidike proizvoda, storitve ali gradnje v vseh fazah projekta in v celotnem življenjskem krogu predmeta naročila. Okoljske ali zelene zahteve izrazi s tehničnimi specifikacijami, ki jih podrobneje opredeljujejo ustrezni performančni standardi in standardi kakovosti (Šijanec, 2010). Cilji ZeJN se nanašajo na zmanjšanje vplivov na okolje z javnim naročanjem okoljsko manj obremenjujočega blaga, znižanje porabe energije, vode in surovin, ohranjanje naravnih virov in biotske raznovrstnosti, preprečevanje podnebnih sprememb, neposreden vpliv na razvoj novih izdelkov, tehnologij, inovacij za prehod v brezogljično gospodarstvo, ustvarjanje »zelenega« trga ter dviga konkurenčnosti podjetij. Uredba določa zavezanca za zeleno javno naročanje, minimalne obvezne okoljske zahteve, priporočila za doseganje višjih okoljskih standardov, način vključevanja okoljskih zahtev v postopke javnega naročanja in način dokazovanja, da ponudnik oziroma blago, storitev ali gradnja izpolnjuje okoljske zahteve (Kutnar in Tavzes, 2011).

Vlada RS je sprejela decembra 2011 uredbo o zelenem javnem naročanju (Uradni list št. 102/2011 z dne 13. 12. 2011). Uredba določa okoljske zahteve 11 skupin izdelkov in storitev. Dve skupini se nanašata na les: (1) pohištvo in (2) stavbe, vključno s projektiranjem, gradnjo, rednim in investicijskim vzdrževanjem stavb ter vgradnjo in montažo posameznih naprav in proizvodov v stavbi. Za večino kategorij stavb, ki bodo v prihodnosti zgrajene iz javnih sredstev, Uredba predpisuje, da mora delež lesa ali lesnih tvoriv, vgrajenih v stavbo (brez notranje opreme), znašati vsaj 30 % prostornine vgrajenih materialov. To velja tako za novogradnjo, dozidavo, nadzidavo ali rekonstrukcijo stavbe kot tudi za redno in investicijsko vzdrževanje. Kriteriji upravičenosti navedbe so v usklajevanju.

Uredba o zelenih javnih naročilih je bila sprejeta 8. 12. 2011. Namen je zmanjšati negativne vplive na okolje preko javnega naročanja blaga, storitev ali gradnje. Uredba zahteva minimalne obvezne okoljske zahteve, priporočila za doseganje višjih okoljskih standardov, način vključevanja okoljskih zahtev v postopke javnega naročanja in dokazovanje, da ponudnik, storitev ali blago izpolnjujejo okoljske zahteve. Slednje so predpisane za 11 storitev, med drugim za pohištvo, ki je zajeto v prilogi 8, ter stavbe, vključno s

projektiranjem, gradnjo, rednim in investicijskim vzdrževanjem ter vgradnjo in montažo posameznih naprav in proizvodov v stavbi.

Pohištvo mora biti izdelano iz materialov, ki manj bremenijo okolje, zato so v ospredju izdelki iz lesa. Ta naj bi predstavljal vsaj 70 % prostornine uporabljenih materialov za izdelavo pohištva. Izjema so deli pohištva, ki so z uporabo lesa tehnično nerešljivi. V primeru uporabe recikliranega lesa so na voljo dodatne točke za ocenjevanje. Prav tako uredba predpisuje zahteve o zdravju škodljivih premazih, lepilih in biocidnih pripravkih. Slednji so lahko uporabljeni za zunanje pohištvo, vendar za lesne vrste, ki po standardu SIST EN 350-2 niso uvrščene v prvi ali drugi odpornostni razred. Surovina mora biti izbrana iz trajnostnih virov, zato pa so potrebna dokazila o viru surovine ter razna potrdila, kot je na primer FSC (*Forest Stewardship Council*), ki izdaja certifikat za gozdove in izdelke, pri katerih se upošteva načela, okolju prijaznega gospodarjenja z gozdovi (FSC, 2015). V drugo skupino, ki zajema uporabo lesa, spadajo temeljni okoljski zahtevki za stavbe. Uredba predpisuje najmanj 30% delež uporabe lesa ali lesnih tvoriv, vgrajenih v objekt. To velja za novogradnje, dozidave, nadzidave in rekonstrukcije. Naročnik lahko opredeli merila, ki bodo zagotovila uporabo gradbenih proizvodov, ki temeljijo na naravnih surovinah (les, celuloza, konoplja volna ...) pri uporabi nad 30 %. Podobno velja za vgradnjo toplotne izolacije z deležem recikliranega materiala. V primeru da izolativni material ne bi vplival na debelino, funkcionalne ali toplotne lastnosti, je možno pridobiti dodatne točke, ki jih prav tako predvidi naročnik. Dodatne točke je možno doseči tudi z vgradnjo lesenih oken in vrat.

2.4 SISTEM GRADNJE

V nadaljevanju bodo predstavljeni trije najpogostejši načini gradnje vzgojno-izobraževalnih objektov. Klasična – zidana gradnja ter dva montažna načina, ki pomembno posegata na področje gradnje vrtcev: lesen in kontejnerski. Izbira konstrukcijskega materiala je najpomembnejša dolgoročna odločitev za investitorja (Johnson, 1990). Klasična – zidana gradnja trenutno velja za najbolj razširjen način gradnje v Slovenij, vendar pa v zadnjih letih opazamo velik porast lesene gradnje, ki ima številne prednosti. Zaradi načina gradnje se dobro prilagaja željam naročnika, les kot obnovljivi vir je okolju prijaznejši, hkrati pa ustvarja v objektu prijetno bivalno klimo. V lesenih objektih je raven vgrajene energije bistveno nižja kot pri klasični ali kontejnerski gradnji. Kontejnerska gradnja predstavlja

enostaven, časovno ugoden montažni sistem za postavitev objektov v različnih modularnih izvedbah. Tovrstni objekti so nam lahko v pomoč pri prostorskih ali časovnih stiskah.

2.4.1 Klasična gradnja

Klasična gradnja ali mokra gradnja je gradnja, ki poteka v več fazah. Glavni gradbeni materiali so cementna veziva, beton, opeka in jeklo. Masivne betonske ali stene iz zidakov prav tako lahko dosegajo zahteve pasivne hiše. Klasična gradnja ima dobro toplotno akumulativnost, kar pozimi omogoča sevanje toplote v notranjost, poleti pa objekt varuje pred zunanjo vročino (Grobovšek, 2009). Za južno Evropo je značilnejša klasična opečna gradnja, saj večja količina sonca in toplote omogočata večjo absorpcijo toplote v stenah, ki jo ponoči oddajajo v prostore. Obraten učinek je zaželen predvsem v hladnejših okoljih, kjer pa se v večjem obsegu uporablja lesena gradnja. Zaradi manjšega obsevanja objektov s sončno svetlobo in nižjih temperatur slednja predstavlja boljši izolator kot klasična. Način gradnje se po Evropi razlikuje glede na okolje, nadmorsko višino, zgodovino kraja in dostopnost do materialov. Prav to se v mikro okolju odraža tudi v Sloveniji, kjer zaradi geografskih značilnosti poznamo naslednje tradicionalne hiše: kraška, alpska in panonska (Cevc, 1990).

Prednosti in slabosti **klasične gradnje in montažne gradnje** (Grobovšek 2009):

Prednosti klasične gradnje pred montažno:

- financiranje in gradnja hiše je lahko postopna,
- masivne stene imajo večjo toplotno akumulativnost,
- boljša toplotna stabilnost: manjše pregrevanje stavbe v poletnem obdobju, če zagotovimo v nočnem času primerno prezračevanje.

Prednosti montažne gradnje pred klasično:

- gradnja je hitrejša, potrebno je manj aktivnosti investitorja,
- izolativnost zunanjih sten je boljša, s čimer je lahko objekt varčnejši glede porabljene toplotne energije. Pri tem moramo v čim večji meri preprečiti toplotne mostove in zagotoviti primerno zrakotesnost zgradbe. Predvsem zrakotesnost montažne zgradbe lahko predstavlja večji problem.

2.4.2 Kontejnerska gradnja

S pojavom industrijske revolucije in razvojem železnic se je potreba po prevažanju blaga povečala. Tako je leta 1950 Malcon Mclean predstavil idejo o enostavnejšem natovarjanju blaga s tovornjakov na ladje. Namen je bilo pospešiti nakladanje in optimalno izkoristiti prostor na prevoznih sredstvih (Kotnik, 2008). Skozi čas se je optimizacija kontejnerjev nadgradila in nastal je standardni/intermodalni zabojnik ali ISO kontejner (slika 6).



Slika 6: ISO kontejner (ISO, 2016)

Lastnosti teh kontejnerjev so določene po ISO standardu, ki predpisuje dimenzije, bruto in neto težo (preglednica 2).

Preglednica 2: Lastnosti kontejnerjev 20' in 40' (Wikipedia, 2016)

Specifikacije kontejnerja		20'	40'
zunanje dimenzija	Dolžina	6.058 m	12.192 m
	Širina	2.438 m	2.438 m
	Višina	2.591 m	2.591 m
notranje dimenzije	Dolžina	5.867 m	12.032 m
	Širina	2.352 m	2.352 m
	Višina	2.385 m	2.385 m
odprtina vrat	Širina	2.343 m	2.343 m
	Višina	2.280 m	2.280 m
notranji volumen		33.1 m ³	67.5 m ³
maksimalna bruto teža		30,400 kg	30,400 kg
teža praznega kontejnerja		2,200 kg	3,800 kg
neto teža		28,200 kg	26,600 kg

ISO kontejner je sestavljen iz kovinskega okvirja, prekrit je s pločevino, za poden pa je pogosto uporabljen les. V posamezen kontejner je glede na potrebe možno na hiter in enostaven način vgraditi izolacijo in osvetliti prostor. S tem pa možnost uporabe kontejnerja ni več transportna, temveč kontejner spremenimo v namenski prostor. Varni so pred potresi, poplavami, ognjem, škodljivci ... Kontejnerska arhitektura je nov pogled na uporabo kontejnerjev za bivalne namene. Postavljenih je vse več tako zasebnih kot javnih tovrstnih objektov. Prednost uporabe je enostavno kreiranje objekta, ki je sestavljen iz več prefabriciranih kontejnerjev. Je cenovno ugoden, okolju prijazen in je lahko zgolj začasen objekt. Največ kontejnerjev proizvedejo v velikostih ISO 20' in ISO 40', za kateri sta določene dolžina, širina in višina zunanjih dimenzij. Kontejnerji so takšnih dimenzij, da jih je možno naložiti na tovornjake. Namembnost kontejnerjev je lahko bivala, transportna, shranjevalna itd. Danes so še vedno prisotni predsodki uporabe kontejnerja za bivalne namene, zato bi bilo treba s pomočjo uveljavljenih arhitektov spremeniti mišljenje uporabnikom in tako vpeljati nov trend bivanja v kontejnerjih (Kotnik, 2008).

V Sloveniji je danes postavljenih več kontejnerskih vrtcev. Vodilni slovenski proizvajalec je podjetje Trimo d.d. Leta 2009 je bil na Brezovici (slika 7) postavljen prvi modularni vrtec v Sloveniji (Trimo, 2015). Ugodna cena, hitra postavitvev ter prostorska stiska so bili ključni dejavniki tudi pri snovanju vrtca v Škofji Loki (slika 8), Ilirski Bistrici (slika 9) in v Ravnah na Koroškem (slika 10).



Slika 7: Vrtec Brezovica (Modularni vrtec, 2016)



Slika 8: Vrtec Škofja Loka (Modularni vrtec, 2016)



Slika 9: Vrtec Ilirska Bistrica (Modularni vrtec, 2016)



Slika 10: Vrtec Ravne na Koroškem (Modularni vrtec, 2016)

Namen kontejnerske gradnje je zagotoviti finančno dostopno bivalno ali delovno enoto; montaža je enostavna in hitra, postavitve takih objektov pa je lahko začasna, kot pomoč pri prostorskih stiskah, ali trajna. Kontejnerje standardnih dimenzij je možno preoblikovati v sestave različnih oblik, iz katerih se lahko ustvari kreativne sodobne objekte. Eden prvih primerov prototipa modularnih vrtcev je bil postavljen na Danskem. Zasnovala ga je arhitektka Helle Grangaard kot mobilno enoto, ki bi jo lahko prestavljali na različne lokacije za zagotavljanje aktivnosti in spoznavanja otrok z naravo (Dudek, 2000). Na slikah 11–14 je nekaj sodobnih primerov vrtcev iz Anglije, Španije, Avstralije.



Slika 11: Ecole Saint Exupery (Koma, 2016)



Slika 12: Grange Road Kindergarten Association and Bayside City Council (Blackline, 2016)



Slika 13: Children's activity center (Phooey, 2016)



Slika 14: Fawood Children's center (Arcspace, 2016)

2.4.3 Lesena gradnja

2.4.3.1 Sodobna masivna lesena konstrukcija

Klasična masivna konstrukcija je sestavljena iz brun, ki so na obeh straneh tesane. Zarezane brune se križno sestavljajo in zaradi lastne teže blokirajo konstrukcijo. Dodatnih veznih elementov ne potrebujemo. Poznamo še stene, izdelane iz tramov, ki so izdelani iz obtesanih ali obžaganih klad. Tramovi, sestavljeni v masivno steno, oblikujejo gladko ploskev, ki jo na vogalih poudarjajo vogalne vezi. Pri sodobni leseni gradnji se za izvedbo konstrukcije uporabljajo masivno križno lepljene ali mozničene stene in plošče. Imenujemo jih X-Lam oz. CLT (ang. *Cross-laminated-timber*) ali KLH (nem. *Kreuz Lagen Holz*). Velikost lesnih elementov lahko meri tudi več kot 50 m². Z njimi lahko rešujemo kompleksne arhitekturne zasnove objektov, ki s klasičnim konstrukcijskimi elementi masivnega lesa niso rešljive. Križno lepljen les je izdelan iz smrekovega tehnično suhega lesa, ki je ploskovno križno zlepljen. Glede na potrebe nosilnosti so paneli izdelani iz lihega števila slojev – 3, 5, 7 ali več. S križno zlepljenimi sloji dosežemo dimenzijsko stabilnost, kar pomeni da je delovanje lesa omejeno. S primerno arhitekturno in statično zasnovo X-Lam panelov ter ustrezno izvedbo stikov zagotovimo potresno in vetrno odpornost objekta. Paneli se na temeljno konstrukcijo sidrajo s pomočjo kovinskih sider. Stene na medetažnih prostorih se pritrjuje z lesenimi vijaki ali obročastimi žebli.

2.4.3.2 Skeletna konstrukcija

Sodobna skeletna konstrukcija je sestavljena iz stebrov in nosilcev, ki so postavljeni na določenem rastru. Stene ne prevzamejo nosilne funkcije v smislu prenosa vertikalne obtežbe, zato je kreiranje prostorov svobodnejše. Med ali nad primarne nosilne elemente se postavijo sekundarni nosilni elementi. Nosilni stebri nosijo obremenitve, ki so neodvisne od polnih elementov ki zapirajo prostor. Lesene hiše po principu skeletne konstrukcije v Sloveniji izdelujejo Damahaus d.o.o., Ci produkt d.o.o., Jaris d.o.o., Bauta d.o.o., Tesarstvo Kregar, Martin Kregar s.p.

2.4.3.3 Okvirna (panelna) konstrukcija

Okvirna konstrukcija je pri nas najbolj razširjen način gradnje. Razvila se je na podlagi stebrne konstrukcije. Pri panelni gradnji nosilno konstrukcijo gradimo z malostenskimi ali velikostenskimi elementi. Od leta 1980 je v Sloveniji potekal razvoj od malostenskega sistema k velikostenskemu sistemu in od izvedbe na gradbišču do prefabrikacije v tovarni. Nosilnost konstrukcije zagotavlja osrednji del, sestavljen iz linijskih elementov in obojestransko pritrjena obloga opaznih ali tanjših ploščastih elementov. Linijski deli so običajno postavljeni v pravokotnem rastru. Uporablja se masiven les ali konstrukcijski kompozitni les. Za zunanjo in notranjo oblogo se uporablja različne plošče (mavčno-vlaknene, iverne, lesno cementne, MDF, OSB itd.). Prostor med ploščami je zapolnjen z izolacijskim materialom (celuloza, volna, naravna vlakna, mineralna steklena ali kamena volna). Nosilnost vodoravnih stenskih elementov zagotavlja ustrezna izbira obložnega materiala in razmak veznih sredstev. Večina slovenskih proizvajalcev izdeluje hiše po principu panelne konstrukcije. Med proizvajalci so Marles hiše Maribor d.o.o., Lumar IG d.o.o., Jelovica hiše d.o.o. Riko hiše d.o.o., Rihter d.o.o.

2.5 PREGLED IZBRANIH LESENIH VRTCEV V SLOVENIJI

Montažna gradnja na področju vzgojno-izobraževalnih ustanov se je v Sloveniji pojavila v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, njihovo proizvodnjo pa sta začeli podjetji Marles hiše Maribor d.o.o. in Jelovica d.o.o. V podjetju Marles hiše Maribor so v letih od 1964 do 1997 postavili 360 vrtcev in 90 šol po celotni Jugoslaviji. V preglednici 3 smo zbrali najnovejše lesene vrtce, ki so bili zgrajeni v Sloveniji po letu 2008.

Preglednica 3: Seznam novo zgrajenih lesenih vrtcev v Sloveniji

Lokacija Vrtca	Leto izgradnje	Izvajalec
Domžale	2008	Marles hiše Maribor
Posavec	2008	Lumar IG
Šentilj	2008	Marles hiše Maribor
Posavec	2008	Lumar IG
Tepanje	2009	Marles hiše Maribor
Mokronog	2009	Marles hiše Maribor
Lenart	2010	Marles hiše Maribor
Ljubljana Kekec	2010	Riko hiše
Ljubljana Jelka	2010	Riko hiše
Tepanje	2010	Marles hiše Maribor
Kamnik	2010	Jelovica hiše
Lavrica	2011	Marles hiše Maribor
Šentrupert	2011	Jelovica hiše
Apače	2011	SGP Pomgrad in Lumar IG
Tišina	2011	SGP Pomgrad in Lumar IG
Trzin	2011	Jelovica hiše
Lukovica prevoje	2011	Marles hiše Maribor
Kungota	2011	Marles hiše Maribor
Divača	2011	Jelovica hiše
Preddvor	2012	Jelovica hiše
Smlednik	2012	Marles hiše Maribor
Šmarje pri Jelšah	2012	Marles hiše Maribor
Žaga pri Bovcu	2013	Jelovica hiše
Ig	2013	Marles hiše Maribor
Polzela	2014	Remont d.d., dobavitelj Rubner, Avstrija
Ribnica	2014	Riko hiše
Brezovica	2014	Dema plus, inženiring d.o.o., CBD d.o.o. Alfa Natura d.o.o.
Cerkvenjak	2014	Wienerberger
Poljčane	2014	GP Projects ing d.o.o., Hoja d.d.
Šoštanj	2014	Esotech d.d
Pirne	2014	Marles hiše Maribor
Krtina	2014	Marles hiše Maribor
Odranci	2014	Marles hiše Maribor
Murska Sobota	2014	Riko hiše
Dobrna	2014	VG5 d.o.o., CMC d.o.o
Šmartno	2015	Lesoteka Hiše, d. o. o., MarkoMark Nival, d. o. o.

V nadaljevanju je predstavljenih 12 izbranih vrtcev. Izbor temelji na pregledu zgrajenih vrtcev po letu 2008. Glavni kriterij so bili različni arhitekturni pristopi, ki težijo h kreativnosti objekta, vključevanju objekta v okolico, prilagoditvi otroškim zahtevam v smislu postavitve igralnic, prostorov ter igralnih površin. Za vse vrtce je značilna nizkoenergetska izkaznica, nekateri pa so zgrajeni tudi v pasivnem standardu. Vrtec Preddvor je prvi pasivni vrtec v Sloveniji, katerega izvajalec je bilo slovensko podjetje Jelovica hiše d.o.o. Izbrani vrtci so leseni, saj smo želeli poudariti pomen lesene gradnje pri

gradnji tovrstnih objektov. Vsakemu vrtcu je dodan krajši opis: zbrani podatki o letu gradnje, naročniku, načinu gradnje ter nekaj tehničnih značilnosti vrtca. Izbrani vrtci so po večini zgrajeni s strani slovenskih proizvajalcev, ki se ukvarjajo z izdelavo montažnih objektov. Med njimi so Marles hiše Maribor d.o.o., Jelovica hiše d.o.o., Riko hiše d.o.o. Našteta podjetja imajo tradicijo izdelave otroških objektov tako doma kot v tujini.

Vrtec Domžale

Nov vrtec so v Domžalah zgradili leta 2008. Namenjen je varstvu 142 otrok. Imajo svojo kuhinjo, ki je namenjena tudi razvozu hrane lokalnim občanom. Igralnice so obrnjene na južno stran, tako da prejemajo naravno svetlobo. Vrtec je razdeljen na nivojsko spodnjo in višjo stopnjo. Otrokom je omogočen dostop do terase in zunanjega igrišča. Oba razdelka imate tudi ločene garderobe, sanitarne prostore ter dodatne prostore za osebje. Poleg igralnih prostorov, garderob in kuhinje se v vrtcu nahaja še pralnica in ločene sanitarije za otroke, starše in osebje.



Slika 15: Vrtec Domžale (Marles, 2016)

Lokacija:	Domžale	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Domžale	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Branko Hojnik	Površina:	Pritličje 1299 m ² nadstropja 240 m ² terasa 101 m ²
Izvajalec:	Marles hiše Maribor d.o.o.	U vrednost:	stena: 0.14 W/m ² K streha: 0.16 W/m ² K okno: 0.99 W/m ² K
Leto izgradnje:	2008–2009	Hišna tehnika:	Ogrevanje na zemeljski plin, solarni sistem na strehi, rekuperacija zraka v kuhinjskih prostorih

Vrtec Polzela

K obstoječemu vrtcu v Polzeli so v slabih štirih mesecih dodali igralnice, telovadnico, zbornico in medgeneracijski center. Streha se nadaljuje v nizu obstoječega vrtca v obliki med seboj povezanih dvokapnic. Nadstreška na obeh straneh omogočata izhod na teraso. Prostori so v sredini med seboj povezani s skupnim servisnim prostorom, kar pa omogoča prehode med prostori ter skupinsko druženje.



Slika 16: Vrtec Polzela (Polzela, 2016)

Lokacija:	Polzela	Sistem gradnje:	lesena skeletna
Naročnik:	Občina Polzela	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Mojca Gregorski Matic Lašič	Površina:	740 m ²
Izvajalec:	Remont d.d., dobavitelj Rubner, Avstrija	U vrednost:	stena: 0.12 W/m ² K streha: 0.11 W/m ² K okno: 1.1 W/m ² K
Leto izgradnje:	2014	Hišna tehnika:	Talno ogrevanje, prezračevanje z rekuperacijo, ogrevanje na biomaso.

Vrtec Jelka v Ljubljani

Zaradi prostorske stiske v obstoječem vrtcu Jelka so v podjetju Riko Hiše na podlagi arhitekturne zasnove Jureta Kotnika postavili povsem samostojno enoto za varstvo 24 otrok. Zaradi blokovskega naselja, kjer se nahaja vrtec, slednjega niso mogli razširiti. Majhna enota je kljub temu orientirana tako, da otrokom omogoča izhod na leseno teraso ter od tam naprej na igrišče. Od leta 2010 je to prvi novo zgrajeni vrtec v slovenski prestolnici.



Slika 17: Vrtec Ljubljana (Jelka, 2016)

Lokacija:	Ljubljana	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Mestna občina Ljubljana	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Jure Kotnik, Andrej Kotnik, Črt Čuček	Površina:	155 m ²
Izvajalec:	Riko hiše d.o.o.		
Leto izgradnje:	2008–2009		

Vrtec Kekec, Ljubljana

Obstoječemu vrtcu v Jaršah, so zaradi pomanjkanja prostora v Ljubljani dodali prizidek v velikosti 130 m². Zunanja fasada na eni strani ohranja videz lesa, na drugi pa je prebarvana z devetimi različnimi barvami. Uporablja se kot zastor prostorov pred soncem, saj je objekt obdan z obilico steklenih površin, ki omogočajo vstop naravne svetlobe. Konstrukcija je narejena iz prefabriciranih sten, kar je omogočilo postavitev vrtca v zgolj treh dneh.



Slika 18: Vrtec Kekec, Ljubljana (Kekec, 2016)

Lokacija:	Ljubljana	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Mestna občina Ljubljana	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Jure Kotnik, Andrej Kotnik	Površina:	123 m ²
Izvajalec:	Riko hiše d.o.o.	U vrednost:	stena: 0.20 W/m ² K streha: 0.19 W/m ² K okno: 1.20 W/m ² K

Leto izgradnje: 2010

Vrtec Ribnica

V občini Ribnica so se zaradi starega vrtca ter pomankanja prostora odločili za gradnjo novega, nizkoenergijskega objekta. Gradnja je potekala v dveh fazah. V prvo fazo je bila zajeta gradnja gospodarskega objekta in objekta za otroke ter zunanja ureditev okolice. V drugi fazi so zgradili še 10 oddelkov. Trenutno gre za enega največjih nizkoenergijskih vrtcev v Sloveniji.



Slika 19: Vrtec Ribnica (Ribnica, 2016)

Lokacija:	Ribnica	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Ribnica	Energ. varčnost:	Nizkoenergijska
Arhitekt:	Peter Rijavec, Renato Rajnar, Bojan Mrežar	Površina:	4500 m ²
Izvajalec:	Riko hiše d.o.o.	U vrednost:	stena: 0.18 W/m ² K streha: 0.14 W/m ² K steklo: 1.00 W/m ² K talno gretje, daljinsko ogrevanje na biomaso
Leto izgradnje:	2014		

OŠ in vrtec Žaga pri Bovcu

Vrtec je zgrajen v alpskem stilu. Nahaja se na potresnem območju, zato je uporaba lesa v gradbene namene dobra izbira materiala. Vrtec je razdeljen v tri etaže. V pritličju so prostori, namenjeni vrtcu, prva mansarda služi namenom šole, v drugi mansardi pa so prostori, namenjeni razstavam izdelkov otrok iz vrtca in šole. V pritličju se nahajajo še kuhinja, večnamenski prostori/športna igralnica. Vse igralnice so opremljene z garderobo in sanitarijami. Prva mansarda nudi prostore dvema razredoma osnovne šole.



Slika 20: Vrtec Žaga pri Bovcu (Bovec, 2016)

Lokacija:	Žaga pri Bovcu	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Bovec	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Polona Čeh	Površina:	1.290 m ²
Izvajalec:	Jelovica Hiše d.o.o.		
Leto izgradnje:	2013	Hišna tehnika:	Ogrevanje z leseno biomaso, kotlovnica, talno ogrevanje

Vrtec Brezovica

Posebnost vrtca v Bizoviku je njegova konstrukcija, ki je sestavljena iz masivnih križno lepljenih plošč (CLT). Te zagotavljajo masivnost objekta, kar poskrbi za udobje in dobro počutje otrok in osebja. Na strehi vrtca se nahajajo zelene površine, ki preprečujejo meteorne vode ter vplivajo na zmanjšanje izgub toplote, hkrati pa v poletnih časih preprečujejo močno segrevanje objekta.



Slika 21: Vrtec Bizovik (Čebelica, 2016)

Lokacija:	Ljubljana	Sistem gradnje:	lesena masivna
Naročnik:	Mestna občina Ljubljana	Energ. varčnost:	Nizkoenergijska 33,3 kWh/(m²a)
Arhitekt:	Marko Potisek	Površina:	880 m²
Izvajalec:	Dema plus, inženiring d.o.o., CBD d.o.o. Alfa Natura d.o.o.		
Leto izgradnje:	2014	Hišna tehnika:	toplotna črpalka, prezračevanje z rekuperacijo, zbiralnik deževnice, biološka naprava

Vrtec Trzin

Vrtec odlikuje moderna pravokotna oblika z veliko steklenimi površinami. Za gradnjo so uporabili les ter druge naravne materiale, troslojna zastekljena okna in prezračevalna fasada pa omogočata boljšo kvaliteto zraka ter manjšo porabo energije. V zemlji je vkopan 16 m³ rezervoar, ki služi kot zbiralnik vode, ki se uporablja za zalivanje trate in okrasnih rastlin. Vrtec ima zaradi svoje lokacije možnost položne strehe, ki dosega naklon 5°, kar pa ponuja možnost postavitve fotovoltaike.



Slika 22: Vrtec Trzin (Esplada, 2016)

Lokacija:	Domžale	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Domžale	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	R. Gole, D. Jerele, A. Bartol, A. Blatnik, G. Šifrer, P. Blažek	Površina:	1800 m²
Izvajalec:	Jelovica hiše d.o.o.	U vrednost:	Stena: 0.12 W/m²K, ravna streha: 0.11 W/m²K, poševna streha: 0.11 W/m²K, okna: 1.0-1.2 W/m²K, tla na terenu: 0.13 W/m²K
Leto izgradnje:	2011/2012	Hišna tehnika:	toplotna črpalka

Vrtec Preddvor

Vrtec je prvi pasivni vrtec, zgrajen na Slovenskem, ki je zasnovan kot sodobna energijsko visoko učinkovita zgradba. Stoji v dveh etažah in obsega 1500 m². V sistem prezračevanja je vključena rekuperacija, toploto pa dovajajo s pomočjo kotla za biomaso, na strehi imajo nameščene tudi sončne celice. Zrakotesnost objekta dosega vrednost $n_{50} = 0.25$ 1/h, kar je skoraj več kot dvakrat boljša vrednost, kot jo zahteva predpis za pasivne zgradbe.



Slika 23: Vrtec Preddvor (Storžek, 2016)

Lokacija:	Preddvor	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Preddvor	Energ. varčnost:	pasivna
Arhitekt:	Renato Repše	Površina:	1500 m ²
Izvajalec:	Jelovica hiše d.o.o.	U vrednost:	Stena: 0.12 W/m ² K stena ravna: 0.11 W/m ² K stena poševna: 0.11 W/m ² K tla na terenu: 0.13 W/m ² K okna: 1.0–1.2 W/m ² K
Leto izgradnje:	2012	Hišna tehnika:	toplotna črpalka

Vrtec Šoštanj

Vrtec s šestnajstimi oddelki je zasnovan v dveh povezanih etažah. Dolga pritlična podolgovata lamela omogoča povezavo notranjih prostorov z zunanostjo. Igralnice v zgornji etaži nadstropja so postavljene v parih nad pritličjem in z zamiki ustvarjajo dodatne zunanje prostore za igro. Notranjost vrtca je izjemno svetla, pogledi se povsod odpirajo na urejene zelene igralne površine. Ena od posebnosti vrtca so vrtljivi brisoleji, s katerimi je možno nadzorovati dnevno svetlobo v prostorih.



Slika 24: Vrtec Šoštanj (Šoštanj, 2016)

Lokacija:	Šoštanj	Sistem gradnje:	Lesena masivna, armirano betonska
Naročnik:	Občina Šoštanj	Energ. varčnost:	Nizkoenergijska 27kW/m ² a
Arhitekt:	Mojca Gregorski, Miha Kajzelj, Matic Lašič	Površina:	3783 m ²
Izvajalec:	Esotech d.d.	U vrednost:	stena: 0.15 W/m ² K streha: 0.11 W/m ² K okna: 0.6 W/m ² K
Leto izgradnje:	2014	Hišna tehnika:	Daljinsko ogrevanje-toplovod, prezračevanje z rekuperacijo, CNS, Led svetlobna tehnika, talno ogrevanje

Vrtec Poljčane

Značilnost vrtca je njegova razpotegnjenost na dolžini slabih 200 m. Nahaja se ob območju Natura 2000 in ima vgrajenih veliko steklenih elementov. S tem je otrokom iz vsake igralnice poudarjen pogled v naravo. Stekljeni deli so zasenčeni s konzolno steno, kjer je izpeljan tudi prehod vode. Posebnost objekta je lebdeča streha, ki zaradi vitkosti elementov daje lahkoten videz. Zgrajena je iz križno lepljenih plošč, zasnovana pa je na principu obrnjene strehe. Projekt je na področju arhitekture prejel Plečnikovo medaljo 2015.



Slika 25: Vrtec Poljčane (Modular Arhitekti, 2016)

Lokacija:	Poljčane	Sistem gradnje:	lesena masivna
Naročnik:	Občina Poljčane	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Mojca Gregorski, Miha Kajzelj, Matic Lašič	Površina:	2760 m ²
Izvajalec:	GP Projects ing d.o.o., Hoja d.d.	U vrednost:	stena: 0.16 W/m ² K streha: 0.12 W/m ² K steklo: 0.5 W/m ² K okna: 1.1 W/m ² K
Leto izgradnje:	2014	Hišna tehnika:	toplotna črpalka voda-voda, prezračevanje z rekuperacijo, zbiralnik deževnice, biološka čistilna naprava

Vrtec Šentrupert

Občina Šentrupert ima vizijo pridobiti naziv energetske samooskrbne občine. Leta 2010 so postavili nizkoenergijski lesen vrtec za doseganje visoke energijske učinkovitosti in optimizacijo obratovalnih stroškov. Glavni prostor je v centralnem delu, okoli njega pa so razvrščene igralnice. Omogočen imajo izhod na pokrito teraso, kar omogoča izvajanje zunanjih aktivnosti tudi v slabšem vremenu. Objekt se prezračuje s pomočjo fasadnega plašča, ogrevanje je talno s pomočjo biomase, z uporabo rekuperacije ter adiabatnim hlajenjem zraka pa še dodatno znižujejo stroške.



Slika 26: Vrtec Šentrupert (Jelovica, 2016)

Lokacija:	Šentrupert	Sistem gradnje:	panelna
Naročnik:	Občina Šentrupert	Energ. varčnost:	nizkoenergijska
Arhitekt:	Rupert Gole, Dejan Jerele, David Tušar, Gorazd Mravlja, Gregor Šifrer, Peter Blažek	Površina:	1350 m ²
Izvajalec:	Jelovica hiše d.o.o.	U vrednost:	streha: 0.12 W/m ² K, stena: 0.11 W/m ² K, tla na terenu: 1.1 W/m ² K, okna: 1.0-1.2 W/m ² K
Leto izgradnje:	2010	Hišna tehnika:	biomasa

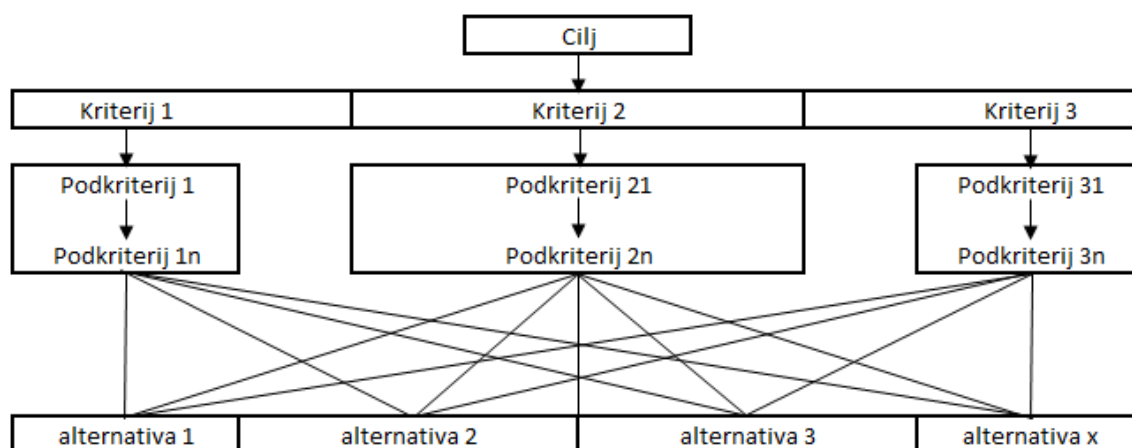
2.6 PREGLED OBJAV S PODROČJA AHP

Metoda AHP je že bila široko uporabljena na področju lesene gradnje in rabe lesa. Kitek Kuzman in sod. (2012) so v raziskavi o primerjavi konstrukcijskih tipov pasivnih hiš s pomočjo AHP metode primerjali ekonomske in okoljske kriterije ter kriterije bivanjskega udobja. Ugotoviti so želeli, kateri izmed omenjenih kriterijev prevladuje pri naročnikih stanovanjske novogradnje. Primerjali so štiri različne tipe gradnje pasivnih hiš: masivne, okvirne lesene konstrukcije ter iz zidanih blokov in opeke. Smith (1995) je s pomočjo več kot dvajsetih kriterijev analiziral, kateri dejavniki vplivajo pri izbiri lesa za gradnjo lesenih mostov. Frenette (2008) se je ukvarjal z metodologijo ovrednotenja karakteristik lahkih lesenih konstrukcij. Chauhan (2008) je prikazal možnost uporabe AHP metode za lažje odločanje pri gradnji hiš. Jošt in Grošelj (2011) sta z uporabo AHP metode želela ugotoviti, kateri kriteriji so kupcem najpomembnejši pri izbiri stavbnega pohištva – oken. Kuzman in Grošelj (2011) sta primerjali prednosti in slabosti masivne, skeletne, opečne in jeklene konstrukcije. Chen in sod. (2009) so s pomočjo uporabe AHP metode želeli preučiti, kakšen psihološki vpliv imajo materiali na osnovi lesa na počutje uporabnikov. V raziskavo so vključili 10 masivnih vrst lesa, 10 lesnih kompozitov ter 7 naključnih materialov (steklo, plastika ...). Masivni les je prejel najboljše rezultate pri vplivu na udobje in počutje. Scholz in Decker (2007) sta s pomočjo AHP analize ugotavljala, kako vrsta lesa vpliva na izbiro pohištva. Hossaini in sod. (2015) so v raziskavi o življenjskem ciklu konstrukcij uporabili metodo AHP za trajnostno ovrednotenje gradbenih konstrukcij srednje velikih stanovanjskih zgradb. V analizi so upoštevali okoljske in socialno-ekonomske kriterije in ovrednotili, kako pomembni so trajnostni materiali za gradnjo. Lipušček in sod. (2003) so izdelali model za razvrščanje izdelkov kosovnega pohištva iz lesa glede na obremenjevanje okolja med procesom izdelave. Ugotavljali so, kateri dejavniki najbolj bremenijo okolje. Z analizo podatkov, ki so jih pridobili s pomočjo strokovnjakov, so z metodo AHP prišli do zaključka, da v Sloveniji največje breme za okolje predstavlja obremenjevanje voda in zraka. Trdi odpadki in energijske emisije se niso zdeli tako sporni.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 METODA ANALITIČNEGA HIERARHIČNEGA PROCESA (AHP)

AHP je bil razvit v letu 1980 na podlagi pridobljenih izkušenj večkriterijskega odločanja Thomasa Sattyja (Beskese in sod. 2015). Gre za matematični model, s katerim je možno na podlagi izbranih kriterijev in dodeljenih prioritet izračunati uteži in izbrati najboljšo alternativo. AHP upošteva subjektivnost in zmanjšuje kompleksnost odločitev s primerjavo po parih. AHP temelji na hierarhični strukturi kriterijev, podkriterijev in alternativ. Osnova so parne primerjave kriterijev, podkriterijev in alternativ, ki jih zapišemo v matrični obliki. S pomočjo matrike in utežnih vektorjev izračunamo končne vektorje uteži. Pri snovanju modela AHP moramo razumeti problem in namen uporabe te metode (Grošelj, 2013). Odgovore ovrednotimo s številčno skalo. Metoda je po korakih opisana v spodnjih vrsticah. Hierarhični model je postavljen tako, da imamo na vrhu cilj oz. problem, ki ga preučujemo, na dnu piramide imamo možne alternative, med njimi se nahajajo kriteriji in podkriteriji, od katerih je odvisna odločitev. Na sliki 27 je prikazan model hierarhične strukture.



Slika 27: Model hierarhične strukture

V drugem koraku s pomočjo anket pridobimo ocene za parne primerjave. Pri klasični verziji AHP parne primerjave ovrednotimo na številčni lestvici od 1 do 9 (Saaty 2006). Merljivost faktorjev ni pomembna, pomembno je, da ovrednotimo, kateri faktor je pomembnejši od

drugega. Parne primerjave zapišemo v matriko $A = (a_{ij})_{n \times n}$, kjer je n število primerjanih faktorjev. Obratni primerjavi priredimo obratno vrednost: $a_{ji} = 1/a_{ij}$. Cilj primerjav je dobiti relativno pomembnost elementov. V tretjem koraku izračunamo relativne uteži kriterijev.

Iz vsake matrike izračunamo tudi količnik usklajenosti oz. količnik konsistenčnosti CR. Pove nam usklajenost parnih primerjav med seboj.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Konsistenčni količnik CR izračunamo za vsako matriko. Ta nam poda razmerje med konsistenčnim indeksom CI

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

in povprečnim indeksom RI (preglednica 4). Vrednost n nam pove velikost matrike, $\lambda_{\max}$ pa njeno maksimalno lastno vrednost. Da rezultate označimo kot sprejemljivo konsistentne, morajo dosegati vrednost $CR < 0,1$. V primeru višjih vrednosti je treba ponovno oceniti nekatere parne primerjave.

Preglednica 4: Ri indeks (Satty, 2006)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

V zadnjem koraku združimo uteži alternativ, podkriterijev in kriterijev, da dobimo ocene odločanja.

3.1.1 Mehki (fuzzy) AHP

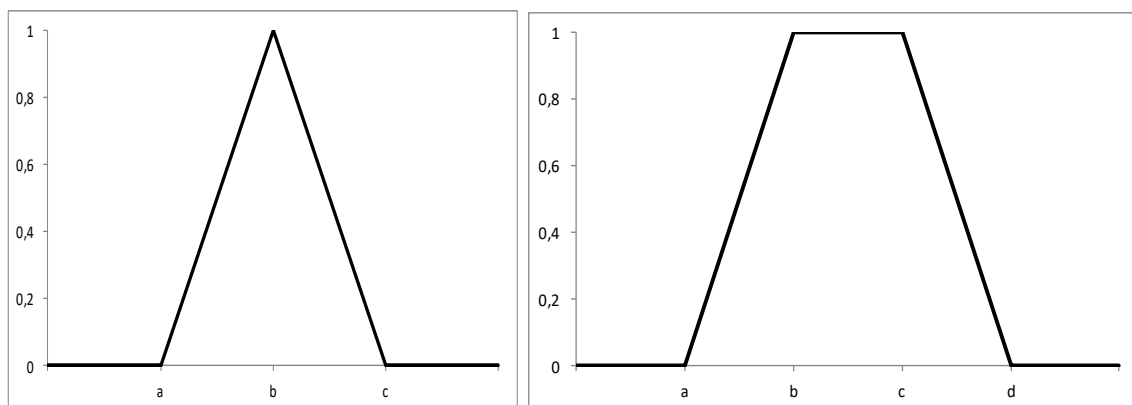
Sistem mehkih množic je pomemben pripomoček pri prezentaciji in obdelavi nejasnih/nerazločnih spremenljivk (Javanbarg in sod. po Zadeh 1965, 2012). Prednost uporabe mehkih množic je možnost predstavitve ne točno definiranih podatkov, ki se pojavljajo v analizah. Nekatere pojme je težko definirati s številčno lestvico, saj so meje med njimi zabrisane (Kutlu, Ekmekcigku 2011 po Kahraman, Cebeci, & Ulukan 2003).

Mehko množico A predstavimo s funkcijo pripadnosti $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$, $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$, kjer $\mu_A(x) = 0$ pomeni, da x ne pripada množici A in $\mu_A(x) = 1$, da x pripada množici A . Če je $0 < \mu_A(x) < 1$, potem x delno pripada množici A (Ross, 2004; Zadeh, 1965). Funkcije pripadnosti so lahko različnih oblik. Najbolj pogoste so trikotne in trapezne oblike (slika 28).

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a, x > c \\ \frac{a-x}{a-b}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

$$f(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x < a, x > d \\ \frac{a-x}{a-b}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \end{cases}, \quad (4)$$

kjer so $a \leq b \leq c \leq d$ izbrani skalarji, ki predstavljajo parametre pripadnosti.

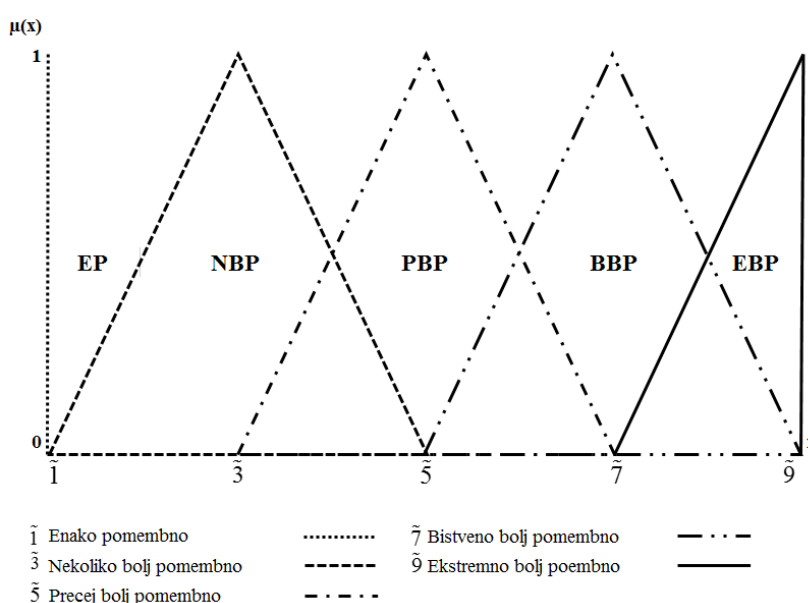


Slika 28: Trikotna in trapezna oblika pripadnostne funkcije

Chang (1996) je predstavil uporabo trikotnih mehkih množic za izračun parnih primerjav pri sistemu AHP. V mehkem AHP se uporabljajo lingvistične ocene, ki predstavljajo mehka števila. Najpogosteje se uporabljajo trikotna mehka števila, ki dopuščajo izbiro nedoločenih odgovorov (slika 29). Snovalec ankete pri mehki različici AHP ovrednoti skalo oz. primerjavo številčnih vrednosti z lingvističnimi: enako, nekoliko bolj pomembno, precej bolj pomembno, bistveno bolj pomembno ali ekstremno bolj pomembno (preglednica 5).

Preglednica 5: Lingvistična skala z uteži (Beskese, in sod. 2015)

Lingvistična lestvica	Ocena	Trikotna mehka števila
Enako pomembno	$\tilde{1}$	(1,1,1)
Nekoliko bolj pomembno	$\tilde{3}$	(1,3,5)
Precej bolj pomembno	$\tilde{5}$	(3,5,7)
Bistveno bolj pomembno	$\tilde{7}$	(5,7,9)
Ekstremno bolj pomembno	$\tilde{9}$	(7,9,9)



Slika 29: Primerjalna lingvistična skala uteži kriterijev

Skala iz preglednice 5 ter postopek računanja uteži sta povzeti iz članka *Landfill site selection using fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS* (Beskese in sod. 2015). Individualne rezultate parnih primerjav zapišemo v obliki matrike $\tilde{A}^k$,

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12}^k & \cdots & \tilde{a}_{1n}^k \\ \tilde{a}_{21}^k & \tilde{1} & \cdots & \tilde{a}_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1}^k & \tilde{a}_{n2}^k & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

kjer je $k=1, \dots, K$ in K pomeni število odločevalcev. $\tilde{a} = (l, m, u)$ je trikotno mehko število, kjer l pomeni njegovo spodnjo mejo, m sredino, u pa zgornjo mejo. Spodnje enačbe so zapisane za osnovne operacije z mehкими števíli: seštevanje, odštevanje, množenje in deljenje.

$$\begin{aligned}
 \tilde{a}_1 \oplus \tilde{a}_2 &= (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \\
 \tilde{a}_1 \ominus \tilde{a}_2 &= (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \\
 \tilde{a}_1 \otimes \tilde{a}_2 &= (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \\
 \frac{\tilde{a}_1}{\tilde{a}_2} &= \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right)
 \end{aligned} \tag{6}$$

S pomočjo geometrijske sredine najprej združimo individualne parne primerjave v skupinske ocene $\tilde{a}_{ij}$.

$$\tilde{a}_{ij} = \sqrt[K]{\tilde{a}_{ij}^1 \otimes \tilde{a}_{ij}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{ij}^K} \tag{7}$$

Vse skupinske ocene zapišemo v skupinsko matriko parnih primerjav $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})$. Uteži za posamezen kriterij r_i izračunamo s pomočjo geometrijske sredine elementov v vsaki vrstici matrike $\tilde{A}$.

$$\tilde{r}_i = \sqrt[n]{\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in}} \tag{8}$$

Za končni izračun mehkih uteži vrednosti r_i normiramo:

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \tag{9}$$

Dobimo uteži, izražene z mehкими števíli, ki jih moramo izostriti (*defuzification*), da dobimo običajne (ne mehke) uteži w_i . To dosežemo tako, da seštejemo spodnje meje, sredine ter zgornje meje mehkih uteži ter jih delimo z vsoto vseh mehkih uteži kriterijev skupaj t.j. celotne matrike.

$$w_i = \frac{\tilde{w}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} = \frac{l_i + m_i + u_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} \quad (10)$$

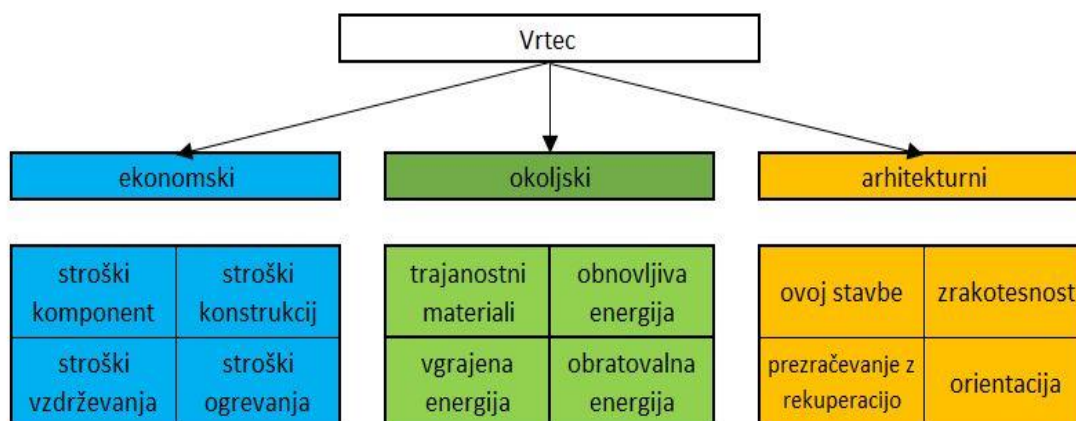
Nato s pomočjo spodnje enačbe zapišemo matriko $X = (x_{ij})$ za preverjanje konsistentnosti.

$$x_{ij} = \frac{l_{ij} + 4m_{ij} + u_{ij}}{6} \quad (11)$$

Za matrike X preverimo CR vrednosti, da se prepričamo o njihovi sprejemljivi konsistentnosti.

3.2 MODEL ZA IZBIRO NAJPOMEMBNEJŠIH KRITERIJEV ZA GRADNJO VRTCA

Model za izbiro najpomembnejših kriterijev je sestavljen iz treh sklopov kriterijev: ekonomski, okoljski in arhitekturni. Izbirali smo še med sklopi kriterijev: kakovost bivanja, ekološkimi vidik objekta, funkcionalnost objekta, estetika, geografska lokacija ... Na podlagi predhodnih raziskav: *Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process* (Kuzman in sod. 2013), *Model za vrednotenje gradnje* (Kuzman in Hrovatin, 2008), *Wood as a construction material: Comparison of different construction types for residential building using Analytic hierarchy process* (Kuzman in Grošelj, 2012) smo za končno analizo glede na glavne tri kriterije izbrali po štiri različne podkriterije za vsak posamezen sklop (slika 30).



Slika 30: Odločitveno drevo za ekonomske, okoljske in arhitekturne kriterije

Z različnimi sklopi kriterijev smo želeli zajeti širok pogled na parametre, po katerih bi lahko ločevali sisteme gradenj. Pri ekonomskih podkriterijih smo izbirali med stroški komponent, vzdrževanja, ogrevanja, porabo električne energije, vzdrževanjem, stroški napeljav, obratovalnimi stroški, hitrostjo gradnje, subvencioniranjem, amortizacijskimi stroški ... Pri pregledu okoljskih podkriterijev smo izbirali med trajnostnimi materiali, obnovljivo energijo, vgrajeno in obratovalno energijo, življenjskim ciklom izdelka, emisijami CO₂, psihološkimi in zdravstvenimi vidiki, kvaliteto bivanja, izbiro lokalnih materialov ... Pri arhitekturnih podkriterijih smo izbirali med dizajnom, kreativnostjo, umestitvijo objekta v okolico, orientacijo objekta, energijskim razredom, funkcionalnostjo objekta, arhitekturnimi detajli, prezračevanje z rekuperacijo, zrakotesnostjo, fasadnim ovojem in arhitekturno dediščino.

3.2.1 Predstavitev izbranih kriterijev

Pri ekonomskih kriterijih smo zajeli naslednje štiri podkriterije:

1. **Stroški komponent** predstavljajo stroške naprav, ki so vgrajene v pasivnih hišah. Mednje spadajo toplotne črpalke, rekuperator zraka, prezračevalne naprave, predgrelni registri za zaščito pred zmrzovanjem, ki se uporabljajo v primerih, ko prezračevalna naprava nima zemeljskega prenosnika toplote, ki bi segrela zrak. V to kategorijo spadajo tudi sončni kolektorji, večslojna zasteklitev oken, senčila itd. Pri izbiri komponent je treba upoštevati, za kako velik objekt se uporablja določene naprave, saj s predimenzioniranimi komponentami nepotrebno dvigujemo stroške.

2. **Stroški konstrukcije** so vsi gradbeni stroški. Odvisni so od tipa gradnje, zahtevnosti projekta, lokacije in izbire vgrajenih materialov. Ključni dejavniki pri zniževanju stroškov predstavljajo tehnološki razvoj sistema gradnje in projektiranje objekta. Pomembnejši ukrepi pri zniževanju konstrukcijskih stroškov so kompatibilnost sistemov gradnje, kontinuiranost gradnje, prefabrikacije in ustrezno zaporedje optimiranja (Rodošek, 1980).
3. **Stroški vzdrževanja:** Vzdrževanje lahko definiramo kot vsa materialna vlaganja, ki ohranjajo uporabno vrednost stanovanj in večstanovanjskih stavb v času njihove uporabe (Grašič, 2007). Stroške vzdrževanja lahko delimo na stroške vzdrževanja zgradbe (streha, zidovi, okna ...), instalacij (ogrevalne, hladilne, prezračevalne naprave, električne napeljave itd.) in zunanjih delov, kot so na primer kanalizacije, ceste, vrtovi (Finc, 2006).
4. **Stroški ogrevanja** so stroški, ki jih predstavljajo dodatni ogrevalni mediji za dogrevanje hiše v zimskem času. Te stroške predstavljajo kurilno olje, zemeljski plini, lesni sekanci, biomasa, drva itd. Pasivne stavbe se ogrevajo pasivno in ne potrebujejo aktivnega ogrevanja. Za segrevanje prostorov uporabljamo toplozračno ogrevanje – uporaba toplotnih črpalk, ki vpihavajo topel zrak, s čimer se zmanjšajo stroški ogrevanja (Jurečko, 2010). Precej višji strošek kot je ogrevanje prostora, predstavlja ogrevanje vode, ki je za razliko od prostorov potrebno celo leto. Za ogrevanje vode je priporočena kombinacija toplotne črpalke in sprejemnikov sončne energije.

Izbrani okoljski podkriteriji:

1. Med **trajnostne materiale** uvrščamo tiste, ki imajo najmanj škodljiv vpliv na okolje in človeka ter v globalnem smislu na ves planet. Za njihovo proizvodnjo, pripravo in razgradnjo porabimo čim manjšo količino energije ter čim manj škodljivih izpustov in odpadkov. Trajnostni materiali so večinoma naravnega izvora, brez dodanih kemikalij, veziv, premazov, vonjav ali drugih škodljivih snovi (Filipič in sod. 2014). Pod trajnostne materiale prištevamo les, izolacijske materiali iz lana, konoplje, slame, lesnih vlaken, olja, barve na osnovi rastlinskega olja, živalske materiale iz trajnostne vzreje, naravni kamen, ilovico itd. (Sperzel in Piton, 2014).

2. **Obnovljiva energija** je energija, pridobljena iz naravnih procesov (sončna svetloba, veter, voda) in jo je na razpolago več, kot jo lahko porabimo. Sončna, vetrna, geotermalna energija, vodna energija, bioenergija, energija iz oceana so primer obnovljivih virov. Pomen obnovljive energije se v namene pridobivanja elektrike, toplote, ohlajanja in transporta povečuje (IEA, 2016). Obnovljivi viri nam niso vedno na voljo v istih količinah ali intenzitetah. Količine obnovljivih virov se razlikujejo glede na geografski položaj ter letni čas. Primeri uporabe obnovljivih virov pri pasivnih hišah so ogrevanje vode s pomočjo sončne energije, toplotne črpalke, sončne celice, vetrna energija, biomasa ...
3. **Vgradna energija** (siva energija, vsebovana ali vključena energija) je primarna energija, ki jo moramo dovesti produktu v fazi njegovega nastajanja: od pridobivanja surovin, predelave le-teh do končnega izdelka. »Vgrajena energija« gradbenega materiala je določena kot celotna primarna energija, potrebna v življenjski dobi materiala. V splošnem to vključuje energijo za pridobivanje, izdelavo in transport. V idealnem primeru je upoštevana vsa energija od pridobivanja surovin (vključno z gorivi) do konca življenjske dobe izdelka (Butala, 2010).
4. **Obratovalna energija** je energija, ki se porablja za ogrevanje prostorov, hlajenje, prezračevanje, ogrevanje sanitarne vode, razsvetljavo ali delovanje drugih naprav v hiši (Sartori, Hestnes, 2007). Za pasivne hiše je obvezna vgradnja energijsko varčnih električnih naprav in žarnic. Ukrepi za zmanjševanje obratovalne energije povzročijo povečano rabo energije v fazi proizvodnje. Za zmanjševanje obratovalne energije je treba na objektu povišati energijsko učinkovitost (Praznik, 2016).

Pri Arhitekturnih kriterijih smo zajeli sledeče podkriterije:

1. **Ovoj stavbe** fizično ločuje kondicionirano pred nekondicioniranim okoljem objekta. Ovoj stavbe lahko razdelimo v tri kategorije: mehanske funkcije, ki prenašajo sile objekta, prehajanje energije skozi objekt in vizualno podobo objekta. Najpomembnejše je, kako se odziva jedro objekta (t.j. stena), ki skrbi za prehajanje zraka, prenos toplote, odziv na zunanje vremenske vplive itd. Pod ovoj spadajo elementi, ki so v stiku s tlemi, ogrevanim prostorom, zunanje stene (fasada), streha, okna in vrata. Fasadni ovoj daje sončno in zvočno zaščito, varuje pred velikimi

toplotnimi izgubami, vizualno povezuje notranje prostore z zunanostjo in je zato najprimernejši dejavnik za doseganje bivalnega udobja.

2. **Zrakotesnost** prispeva k zaščiti konstrukcijskih ter izolativnih materialov pred propadanjem. S pojmom zrakotesnosti označujemo intenzivnost nekontroliranega pretoka zraka skozi konstrukcijo v zgradbo ali iz nje, kar je posledica razlike v tlaku. Zbašnik Senegačnik (2007) navaja dva toka zraka – prehod zraka v objekt in iz objekta. Pri prehajanju zraka v objekt pride do pojava potiska vode iz ozračja v konstrukcijo. Nekoliko bolj problematičen pa je tok prehoda zraka iz objekta v okolico, pri čemer pogosteje zaradi višje vlage v objektu zrak prehaja na površje ovoja ki je hladnejši. To privede do kondenzacije, navlaženja, plesni oz. dolgoročno do propadanja izolacije in konstrukcije. Slaba zrakotesnost privede tudi do toplotnih izgub in nenadzorovanega uhajanja zvoka.
3. Svež zrak lahko v prostor dovedemo z odpiranjem oken, vendar je to energijsko potratno. Namen **prezračevanja z rekuperacijo** je dovajanje toplote svežemu zraku iz odsluženega. Zrak se dovaja iz okolice s pomočjo prezračevalne naprave. Pred vstopom v napravo se zrak prečisti na zračnih filtrih, sledi ogrevanje zraka in s pomočjo razvodnega sistema vpihavanje v bivalne prostore. Ta zrak se dovede v spalnice, dnevno sobo, odvzema pa se ga iz prostorov, kjer je kakovost zraka najslabša, t.j. kopalnica, stranišča, kuhinja. Izrabljen zrak se vrača v rekuperator, kjer pride do izmenjave toplote. Izrabljen zrak se izpusti v ozračje.
4. Usmeritev objekta v smeri, kjer lahko prejme kar največ sončnih žarkov, ki omogočajo osvetljevanje prostorov, pasivno ogrevanje oz. senčenje v vročih dneh. Ustrezna **orientacija** je ključna za uporabo fotovoltaike. Severne stene imajo stalno toplotno izgubo, medtem ko južne glede na položaj sonca toploto izgubljajo ali prejemajo. Orientacija stavbe vpliva na klimo znotraj objekta in porabo energije, saj s pravilno obsevanostjo objekt lahko skozi celoten dan prejema dnevno svetlobo (Johnston, Gibson, 2008). Južno orientirane stene v hladnih dneh omogočajo kar največjo izrabo sončne energije, kar lahko prispeva do 40 % doprinosa pri ogrevanju (Senegačnik, 2007). Severno orientirane stene prejmejo najmanj sončne energije od vseh ostalih usmeritev (Wang in sod. 2009).

3.2.2 Izvedba ankete

Anketne vprašalnike smo posredovali strokovnjakom. Te smo izbrali s področij gradbeništva, lesarstva, arhitekture in strojništva. S strani uporabnikov vrtcev smo izbrali ravnatelje vrtcev in predstavnike z Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport. Namen anketnega vprašalnika je bil, da iz zbranih odgovorov pridobimo najpomembnejše kriterije oz. najpomembnejše podkriterije posameznega sklopa. Anketiranci so anketne vprašalnike izpolnjevali tako, da so najprej med dvema kriterijema izbrali njim osebno pomembnejšega, nato pa so določili faktor, ki je predstavljal utež, koliko se jim izbrani kriterij zdi pomembnejši od drugega. Faktorji pomembnosti so opisani v poglavju 3.1.1 v preglednici 5. V preglednici 6 je prikazan primer anketnega vprašalnika, v katerem so odločevalci izbirali pomembnost kriterijev. Na enak način so bile sestavljene preostale ankete za odločevanje med posameznimi podkriteriji.

Preglednica 6: Anketni vprašalnik za izbiro najpomembnejšega kriterija

	Kateri kriterij je pomembnejši?	označi	ocena: Izbrani kriterij je:
Ekonomski (stroški komponent, stroški konstrukcije, vzdrževalni stroški, stroški ogrevanja)			kriterija sta enako pomembna
			nekoliko bolj pomemben
			precej bolj pomemben
Okoljski (trajnostni materiali, obnovljiva energija, vgrajena energija, obratovalna energija)			bistveno bolj pomemben
			ekstremno bolj pomemben
	Kateri kriterij je pomembnejši?	označi	ocena: Izbrani kriterij je:
Ekonomski (stroški komponent, konstrukcijski stroški, vzdrževalni stroški, stroški ogrevanja)			kriterija sta enako pomembna
			nekoliko bolj pomemben
			precej bolj pomemben
Arhitekturni (ovoj stavbe, zrakotesnost, prezračevanje z rekuperacijo, orientacija)			bistveno bolj pomemben
			ekstremno bolj pomemben
	Kateri kriterij je pomembnejši?	označi	ocena: Izbrani kriterij je:
Okoljski (skrb za okolje - nizka poraba energija, manjše emisije, uporaba naravnih gradiv...)			kriterija sta enako pomembna
			nekoliko bolj pomemben
			precej bolj pomemben
Bivalno ugodje (vedno svež in topel zrak v vseh prostorih)			bistveno bolj pomemben
			ekstremno bolj pomemben

Uteži kriterijev in skupin kriterijev smo izračunali v Excelu s pomočjo postopka, ki je opisan v poglavju 3.1. Preverili smo sprejemljivost konsistenčnosti matrike parnih primerjav.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 RAZVRSTITEV KRITERIJEV IN PODKRITERIJEV PO POMEMBNOSTI

Želeli smo ugotoviti, kako bodo po pomembnosti razdeljeni arhitekturni, okoljski in ekonomski kriteriji. Predvidevali smo, da bodo s strani strokovnjakov najvišje uvrščeni arhitekturni kriteriji, s strani uporabnikov pa ekonomski kriteriji. Izkazalo se je, da sta obe skupini izpostavili pomembnost arhitekturnih kriterijev. Okoljski kriteriji so bili z obeh strani uvrščeni na drugo mesto. V naslednjih podpoglavjih so predstavljeni posamezni rezultati, pri katerih so ločeno analizirani kriteriji in podkriteriji. Pri vsakem posameznem podpoglavju smo rezultate najprej predstavili kot rezultat posamezne skupine anketirancev, sledi pa jim še končni skupinski rezultat, ki zajema analizo obeh skupin: strokovnjake in uporabnike vrtcev.

4.1.1 Razvrstitev kriterijev

V preglednicah 7 in 8 so prikazani končni rezultati kriterijev, razdeljeni po skupinah. Skupinsko so strokovnjaki s področja arhitekture, strojništva, gradbeništva in lesarstva največjo utež dodelili arhitekturnim kriterijem. Sledili so okoljski in ekonomski kriteriji s približno enakimi utežnimi deleži. Uporabniki vrtcev so na prvo mesto prav tako postavili arhitekturne kriterije. Kot je razvidno v preglednicah 7 in 8, imajo arhitekturni kriteriji precej višjo utež kot okoljski ali ekonomski kriteriji. Posledično je celotna razporeditev kriterijev v enakem vrstnem redu (preglednica 9).

Preglednica 7: Kriteriji z deleži s strani uporabnikov vrtcev glede pomembnosti in njihovi utežni deleži

1.	arhitekturni	0,381
2.	okoljski	0,342
3.	ekonomski	0,277

Preglednica 8: Kriteriji z deleži s strani strokovnjakov glede pomembnosti in njihovi utežni deleži

1.	arhitekturni	0,556
2.	okoljski	0,277
3.	ekonomski	0,217

Preglednica 9: Skupni kriteriji z deleži glede pomembnosti in njihovi utežni deleži

1.	arhitekturni	0,468
2.	okoljski	0,283
3.	ekonomski	0,249

Razvidno je, da so tako strokovnjaki kot uporabniki vrtcev kot najpomembnejši kriterij izbrali arhitekturni sklop. Pri uporabnikih vrtcev sta bili uteži med ostalima sklopoma kriterijev razporejeni pretežno enakomerno. Razlog višjega odstopanja uteži med kriteriji s strani strokovnjakov bi lahko pripisali nepoznavanju uporabe delovanja vrtcev, plačevanja stroškov, obnovitvenih del ipd. Iz navedenih razlogov so verjetno ekonomske kriterije po pomembnosti razvrstili na zadnje mesto. Glede na vsebino podkriterijev so arhitekturni kriteriji najbolj definirani. Okoljski kriteriji, po katerih smo povpraševali, so nekoliko težje oprijemljivi ter jih je tehnično kvantitativno težje ovrednotiti. Razloge za takšno razporeditev kriterijev pri uporabnikih vrtca lahko pripisujemo njihovi osveščenosti o pomembnosti arhitekturnih kriterijev za doseganje standarda pasivne gradnje.

4.1.2 Razvrstitev podkriterijev

V preglednici 10 so prikazani rezultati posameznih podkriterijev, ki so jih določili uporabniki vrtcev. Razporejeni so v tri sklope. V tabeli so zapisane uteži za posamezen podkriterij in njegova končna razvrstitev po pomembnosti.

Preglednica 10: Prikaz uteži in razvrstitve po pomembnosti podkriterijev uporabnikom vrtcev

Ekonomski kriteriji	uteži	razvrstitev
stroški komponent	0,047	11
konstrukcijski stroški	0,040	12
stroški vzdrževanja	0,102	4
stroški ogrevanja	0,088	7
Okoljski kriteriji		
trajnostni materiali	0,103	3
obnovljiva energija	0,068	9
vgrajena energija	0,066	10
obratovalna energija	0,105	2
Arhitekturni kriteriji		
ovoj stavbe	0,114	1
zrakotesnost	0,077	8
prezračevanje z rekuperacijo	0,094	6
orientacija	0,096	5

Kriterij Ovoj stavbe je ocenjen najbolje ($u = 0,114$), sledita mu kriterija Obratovalna energija ($u = 0,105$) in Trajnostni materiali ($u = 0,103$). Sledijo še stroški vzdrževanja ($u = 0,102$). Kot je razvidno iz rezultatov, so odločevalci podali večjo utež za arhitekturne in okoljske kriterije. Pomembna se jim je zdela tudi Obratovalna energija, ki neposredno vpliva na Stroške ogrevanja ($u = 0,105$).

Strokovnjaki so na anketo odgovarjali nekoliko drugače. Kot najpomembnejši kriterij so izbrali Ovoj stavbe ($u = 0,162$). Sledili so ostali arhitekturni kriteriji: Zrakotesnost ($u = 0,145$), Prezračevanje z rekuperacijo ($u = 0,141$) in Orientacija ($u = 0,108$).

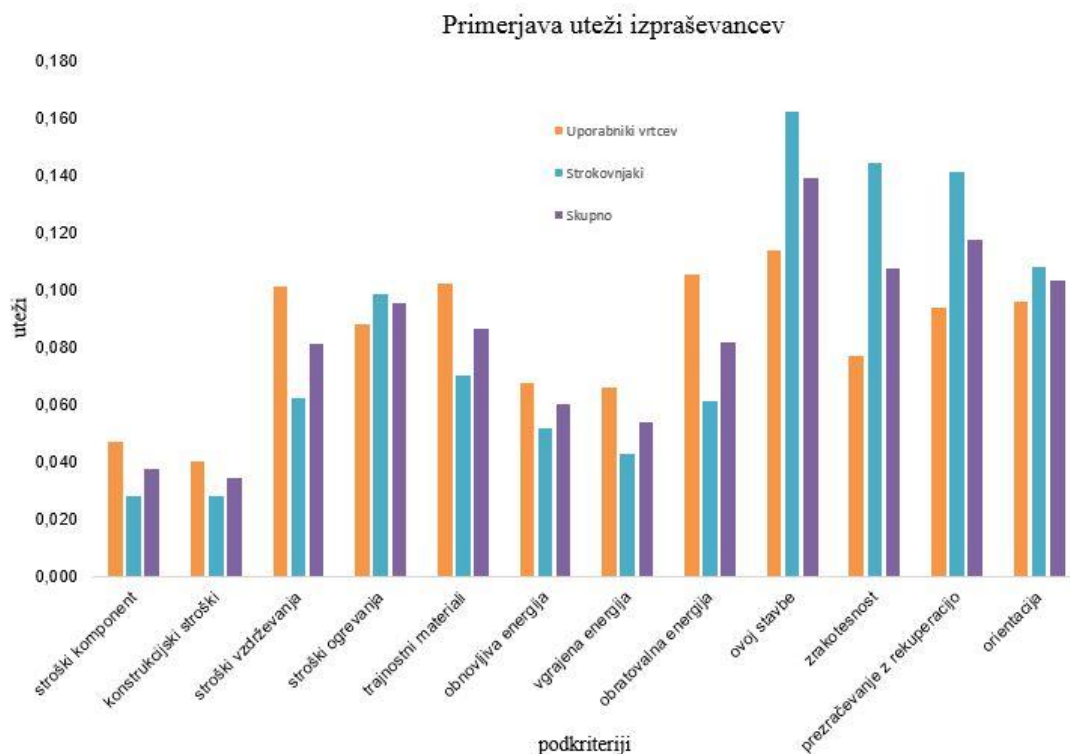
V preglednici 11 so prikazani rezultati skupine strokovnjakov.

Preglednica 11: Prikaz uteži in razvrstitve po pomembnosti podkriterijev strokovnjakov

Ekonomski kriteriji	uteži	razvrstitev
stroški komponent	0,028	11
konstrukcijski stroški	0,028	12
stroški vzdrževanja	0,062	7
stroški ogrevanja	0,098	5
Okoljski kriteriji		
trajnostni materiali	0,070	6
obnovljiva energija	0,052	9
vgrajena energija	0,043	10
obratovalna energija	0,062	8
Arhitekturni kriteriji		
ovoj stavbe	0,162	1
zrakotesnost	0,145	2
prezračevanje z rekuperacijo	0,141	3
orientacija	0,108	4

Iz rezultatov je razvidno, da so tako uporabniki vrtcev kot strokovnjaki konstrukcijske stroške in stroške komponent uvrstili na zadnje mesto. Namenili so jim tudi nižje uteži, na kar pa vpliva poudarek na izbiri arhitekturnih podkriterijev. Ti so pri strokovnjakih dosegali precej višje vrednosti kot pri uporabnikih vrtcev. Razlogi za to so verjetno boljše poznavanje tehničnih rešitev in boljše poznavanje lastnosti gradbenih materialov. Če izvezamo okoljske kriterije, bi lahko umestitev stroškov komponent in konstrukcije na zadnji mesti smiselno povezali s poudarkom na kvalitetni izvedbi vseh obravnavanih arhitekturnih kriterijev. Konstrukcijski stroški gradnje anketirancem niso tako pomembni kot kvaliteta izvedbe.

Zanimivo je, da sta obe skupini okoljske kriterije postavili na drugo mesto, a klub temu vgradno energijo oziroma t.i. sivo energijo uvrstili šele na deseto mesto. Razloge za to lahko iščemo v slabšem poznavanju življenjskega cikla izdelkov, oz. poznavanju pomena sive energije. Med gradbenimi materiali, ki se uporabljajo pri klasični kontejnerski ali leseni gradnji, imajo les in lesna tvoriva v samem procesu predelave najmanjši vpliv na okolje. Najpomembnejša podkriterija v sklopu okoljskih kriterijev sta bila trajnostni materiali in obratovalna energija. Na sliki 31 so prikazani celotni rezultati razporeditve vrednosti podkriterijev glede na dve ločeni skupini (oranžna/modra barva) ter rezultati, ki smo jih obravnavali kot celoto odgovorov obeh skupin (vijolična barva).



Slika 31: Grafi rezultatov uporabnikov vrtcev, strokovnjakov ter skupinska razvrstitev

4.1.3 Skupna razvrstitev

V prejšnjih poglavjih smo kriterije in podkriterije zapisali kot ločen rezultat odgovorov posamezne skupine strokovnjakov ter uporabnikov vrtcev. Nato smo izračunali še najpomembnejše kriterije glede na skupne odgovore vseh anketirancev. V poglavju 4.1.1 smo pri razvrstitvi kriterijev ugotovili, da je arhitekturni kriterij prejel najvišje vrednosti uteži. Ker so strokovnjaki v celoti prednost dali slednjemu, ima ta tudi toliko višjo utež pred ostalimi. Prav tako so uporabniki vrtcev omenjeni kriterij postavili na prvo mesto, čeprav z nekoliko nižjimi deleži uteži. Pri analizi podatkov v okviru celotne skupine anketirancev smo ugotovili, da so arhitekturni kriterij in njegovi podkriteriji ostali na prvem mestu.

Za arhitekturnimi podkriteriji sledita podkriterija stroškov ogrevanja in trajnostni materiali. Kot lahko razberemo iz preglednice 12, sta podkriterija stroškov komponent in konstrukcije pristala na zadnjem mestu. S tem bi lahko prišli do zaključka, da so anketiranci dali prednost kvalitetni izvedbi vrtca in podpori pasivni gradnji.

Za doseganje standarda pasivne hiše so ključni detajli preprečevanje toplotnih mostov, kvalitetna izolacija, zrakotesnost, orientacija objekta. Posledično pa ti detajli zvišujejo

začetno ceno gradnje oz. se v tem razlikujejo pri osnovnih investicijskih stroških v primerjavi s klasično gradnjo. Za kvaliteto celotne pasivne hiše je treba zagotoviti kvalitetno izvedbo vseh glavnih detajlov pasivne hiše. Ti so v večini zajeti med arhitekturnimi kriteriji. Sklepamo lahko, da so tako strokovnjaki kot uporabniki vrtca precej dobro tehnično seznanjeni ter so skupnega mnenja glede postavitve kvalitetno izvedene gradnje.

Preglednica 12: Skupinski rezultati

Ekonomski kriteriji	uteži	razvrstitev
stroški komponent	0,038	11
konstrukcijski stroški	0,035	12
stroški vzdrževanja	0,082	8
stroški ogrevanja	0,095	5
Okoljski kriteriji		
trajnostni materiali	0,086	6
obnovljiva energija	0,060	9
vgrajena energija	0,054	10
obratovalna energija	0,082	7
Arhitekturni kriteriji		
ovoj stavbe	0,139	1
zrakotesnost	0,108	3
prezračevanje z rekuperacijo	0,118	2
orientacija	0,104	4

5 SKLEPI

V magistrski nalogi smo ugotavljali pomembnost kriterijev, ki imajo vpliv na izbiro načina gradnje pasivnih vrtcev. Z določitvijo ekonomskih, okoljskih in arhitekturnih kriterijev ter njihovih podkriterijev smo sestavili anketni vprašalnik. Pridobili smo mnenja s strani strokovnjakov in uporabnikov vrtcev. Za določitev uteži kriterijev in podkriterijev smo uporabili metodo analitičnega hierarhičnega procesa (AHP).

Prišli smo do naslednjih sklepov:

- Anketirani strokovnjaki in uporabniki vrtcev so arhitekturne kriterije uvrstili na prvo mesto. Take rezultate smo pričakovali s strani strokovnjakov, saj imajo znanje iz tovrstnih vsebin. Predvsem pri odločitvah strokovnjakov smo bili mnenja, da ekonomskim kriterijem ne bodo dali veliko poudarka, glede na neizkušenost z vodenjem in upravljanjem tovrstnih javnih ustanov.
- S strani uporabnikov vrtcev smo pričakovali večji poudarek na ekonomskih kriterijih, vendar se je izkazalo, da so na prvo mesto prav tako kot strokovnjaki postavili arhitekturne kriterije.
- Okoljski kriteriji so bili po pomembnosti na drugem mestu, ekonomski kriteriji pa so bili kot najmanj pomembni uvrščeni na zadnje mesto. Zaradi vse večje osveščenosti ljudi in poudarjanja pomena obnovljive energije in obnovljivih materialov smo po pričakovanju potrdili hipotezo o uvrstitvi okoljskih kriterijev na drugo mesto.
- V skupinski analizi je kot najpomembnejši podkriterij največjo utež prejel ovoj stavbe, sledili so mu ostali trije podkriteriji: prezračevanje z rekuperacijo, zrakotesnost, orientacija; vsi naštet iz arhitekturnega sklopa.
- Trajnostni materiali in obratovalna energija sta okoljska podkriterija, ki sta bila skupinsko uvrščena na peto in šesto mesto.

Skupni rezultati so pokazatelj pomembnosti arhitekturnih kriterijev pri kakovostni izvedbi pasivnih vrtcev. Glede na zahtevnost pasivne gradnje so rezultati smiselni, saj le z dosledno gradnjo in doslednim pristopom lahko dosegamo standarde pasivne gradnje.

V nadaljevanju bi bilo smiselno opraviti nadaljnje raziskave o tem, kateri način gradnje (masivna, kontejnerske ali lesena) bi bil najbolj ustrezen glede na izbrane kriterije. Posamezne sisteme gradnje bi lahko med seboj primerjali s podkriteriji. Tako bi lahko

Pečnik J.G. Izbor kriterijev za gradnjo pasivnega lesenega vrtca z večkriterijskim odločitvenim modelom.

Mag. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2017

pridobili rezultate, ki bi definirali, kateri tip gradnje je najustreznejši za gradnjo pasivnega vrtca.

6 POVZETEK

Potreba po zmanjševanju porabe energije, vse večji poudarek na bivalnem okolju ter želja po povečani uporabi obnovljivih materialov v gradbene namene je spodbudila razvoj lesenih pasivnih objektov, za katere je v primerjavi s klasično gradnjo značilna mnogo manjša poraba energije ter boljše bivalno udobje. Pri gradnji lesenih pasivnih objektov kot glavni gradbeni element uporabljamo les. Les je edini obnovljivi gradbeni material, poleg tega pa nastaja s procesom fotosinteze, kar ima za produkt skladiščenje ogljikovega dioksida.

Vrtec je ena prvih javnih ustanov, s katerimi se srečajo otroci. V njih se morajo počutiti udobno in varno. Nenazadnje v njih preživljajo precejšen delež dneva in svoja prva leta odraščanja. Zaradi omenjenih razlogov se v Sloveniji gradi vse več javnih vzgojno-izobraževalnih ustanov, ki so otrokom prijazne in prilagojene njihovim potrebam. Nove evropske smernice težijo k zmanjšanju porabe energije v objektih, učinkoviti rabi energije ter povečanju rabe obnovljive energije s pomočjo obnovljivih virov. Vse večji je tudi poudarek na uporabi naravnih materialov.

V magistrski nalogi smo preučevali pomembnost kriterijev, ki vplivajo na izbiro načina gradnje pasivnih vrtcev. V uvodnem delu smo pregledali ključne dejavnike načrtovanja vrtcev: oddaljenosti vrtca od bivališča otrok, velikost oddelčnih enot, pomen orientacije objekta, klimatske zahteve v prostorih, njihova razporeditev itd. V nadaljevanju smo opisali normative in tehnične pogoje za prostor in opremo vrtca ter zapisali ključne lastnosti uredbe o zelenem javnem naročanju. Sledil je opis značilnosti pasivne hiše ter predstavitev treh različnih gradbenih sistemov, ki so trenutno najpogostejše uporabljeni pri gradnji vzgojno-izobraževalnih ustanov. Opisali smo tri osnovne sisteme gradnje: klasično zidano, kontejnersko in leseno. Izbrali smo nekaj primerov novejših nizkoenergijskih vrtcev po Sloveniji in jih na kratko opisali.

V drugem delu naloge smo preučevali ekonomske, okoljske in arhitekturne kriterije kot tri glavne sklope za snovanje modernega objekta. Zasnovali smo odločitveno drevo s tremi sklopi kriterijev in njihovimi podkriteriji. S pomočjo strokovnjakov in zaposlenih, ki delujejo v vrtcih po Sloveniji, smo želeli pridobiti mnenja glede pomembnosti kriterijev.

Sestavili smo anketni vprašalnik, s pomočjo katerega smo pridobili rezultate o pomembnosti kriterijev. S pomočjo AHP analize smo rezultate anket sistematično obdelali, tako da smo dobili vpogled v mnenja obeh skupin anketirancev. Za analizo podatkov smo uporabili

model analitično hierarhičnega procesa (AHP). Rezultati kažejo na to, da so se obema skupinama, tako strokovnjakom kot uporabnikom vrtcev, arhitekturni kriteriji zdeli najpomembnejši. Zaradi visokih uteži, ki jih je prejel arhitekturni kriterij, so bili vsi obravnavani podkriteriji – ovoj stavbe, prezračevanje z rekuperacijo, zrakotesnost in orientacija – postavljeni na prva štiri mesta.

Okoljski kriterij je bil razvrščen na drugo mesto, najslabše rezultate pa je prejel ekonomski kriterij. Od okoljskih kriterijev lahko izpostavimo trajnostne materiale in obratovalno energijo. Zanimivo je, da so tako strokovnjaki kot uporabniki vrtcev v celoti kot preferenčni kriterij izbrali arhitekturni sklop. Sklepamo, da je skupina strokovnjakov tehnično bolj izobražena v izbrani smeri, saj nimajo veliko izkušenj z ekonomskim upravljanjem vrtcev. Ravno to pa smo pričakovali od uporabnikom vrtcev, a rezultati ankete nakazujejo, da so tudi uporabniki vrtcev precej dobro osveščeni o pomembnosti tehnično dovršenih detajlov objekta. Slednje se kot rezultat odraža kot prihranek pri vzdrževanju, ogrevanju ipd. Iz pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da uporabniki vrtcev poudarek dajejo kvalitetni gradnji, kakovostnemu delovnemu okolju, izgledu objekta ter sami umestitvi le-tega v dani prostor. Raziskavo bi bilo smiselno nadaljevati z izborom najprimernejšega sistema gradnje, ki bi ga določili s primerjavami med najpomembnejšimi kriteriji in tremi obravnavanimi sistemi gradnje.

7 VIRI

- Beskese A., Demir H. H., Ozcan H. K., Okten, H. E. 2015. Landfill site selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: a case study for Istanbul. *Environmental Earth Sciences*, 73, 7: 3513–3521.
- Boršič B. 2004. Skeletni sistem lesene gradnje. *Les* 56, 3: 50–62
- Butala V. 2010. Energija in stavbe – korak v smeri nizkoogljične družbe? V: *Gozd in les – razvojna priložnost Slovenije*. Ljubljana, Državni svet Republike Slovenije: 43–48
- Cevc T. 1990. H genezi kmečke hiše na Slovenskem. *Traditiones* 19: 53–76.
- Chang D. Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operation Research*, 95: 649–655
- Chauhan K.A., Shah C.N., Rao V.R. 2008. The analytic hierarchy process as a decision-support system in the housing sector: a case study, *World Applied Sciences Journal* 4: 609–613
- Chen W., Yu H. 2009. Evaluation of Wood-based Materials' Effect on Physiological, sychological and Environment Pollution with AHP V: *Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 2009. ICBBE 2009. 3rd International Conference on 11-13 June 2009: 1-4
- Dudek M. 2000. Kindergarten architecture: space for the imagination. 2 izdaja. London, E & FN Spon: 217 str.
- Filipič P., Kavčič L., Kuhar Š., Maljavec T., Bregar Struna A., Šubic Viki B. 2014. *Igriva arhitektura: Priročnik za izobraževanje o grajenem prostoru*. Zavod RS za šolstvo: 181 str
- Finc U. 2006. Tveganja v ocenjevanju stroškov življenjskega cikla gradbenega objekta. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 81 str
- Frenette C.D., Derome D., Beauregard R., Salenikovitch A. 2008. Identification of mul-tiple criteria for the evaluation of light-frame wood wall assemblies. *Journal of Building Performance Simulation*, 4 : 221–236
- FSC, 2015 (8. 12. 2015)
<http://www.gozd-les.com/upravljanje-gozdov/certificiranje-gozdov/fsc-certifikat>
- Glažar T., Gregorčič T. 2007. Vrtec – Prvinski prostor: Stanko Kristl. *Oris*, 9, 47: 154–163
- Grašič B. 2007. Vzdrževanje večstanovanjskih stavb v sklopu upravljanja. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 80 str
- Grobovšek B. 2009. Klasična ali montažna gradnja. *Spletni Portal lesena gradnja v Sloveniji*
<http://www.lesena-gradnja.si/html/pages/si-clanki-energija-masivna-montazna.htm>
- Grošelj P. 2013. Skupinsko odločanje v analitičnem hierarhičnem procesu in prikaz njegove uporabe pri upravljanju Pohorja kot varovanega območja. *Doktorska disertacija*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. 136 str
- Grošelj P., Stirn Zadnik L. 2012. Acceptable consistency of aggregated comparison matrices in analytic hierarchy process. *European Journal of Operation Research*, 223: 417–420
- Hossaini N., Reza B., Akhtar S., Sadiq R., Hewage K. 2015. AHP based life cycle sustainability assessment (LCSA) framework: a case study of six storey wood frame and concrete frame buildings in Vancouver. *Journal of Environmental Planning and Management* 58, 7: 1217–1241
- IEA, 2016. International energy agency (5. 4. 2016)

<http://www.iea.org/topics/renewables/>

- Ivanič M., Kuhar Š. 2008. Sodobna arhitektura šol v Sloveniji 1991–2007. Wien, New York: Springer. 191 str
- Javanbarg B.M., Scawthorn C., Kiyono J., Shahbodaghkhan B. 2012. Fuzzy AHP-based multicriteria decision making systems using particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications* 39: 960–966
- Johnson K. 1990. Timber bridge design, engineering and construction manual. 4th ed. Wheeler Consolidated. St. Louse Park, MN, 1000 pp.
- Johnston D., Gibson S. 2008. Green from the Ground Up: Sustainable, healthy and energy-efficient home Construction. USA: The Taunton Press.
- Jošt M., Grošelj P. 2011. Analytical evaluation of wooden windows by using AHP and QFD method. *Les*, 63, 5: 244–248
- Jurečko T. 2010. Standardi trajnostne gradnje: Pasivna hiša. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za gradbeništvo: 58 str
- Kotnik J. 2014. New designs in kindergartens : design guide + 31 case studies. Barcelona, Links: 360 str
- Kotnik J. 2008. Container Architecture. Barcelona, Links 253 str
- Kutlu A.C., Ekmekcioglu M. 2012 Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS – based fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications* 39: 61–67
- Kutnar A., Tavzes Č. 2011. Uredba o zelenem javnem naročanju. *Les*, 63, 11/12: 421–422
- Kuzman Kitek M. 2012. Gradnja z lesom - izziv in priložnost za Slovenijo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 209 str
- Kuzman Kitek M., Grošelj P., Ayrilmis N., Zbašnik-Senegačnik M. 2013. Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process. *Energy and Buildings*, 64: 258–263
- Kuzman Kitek M., Grošelj P. 2011. Wood as a construction material: Comparision of different construction types for residential building using the analytic hierarchy process. *Wood research* 57, 4 :591–600.
- Kuzman Kitek M., 2006. Primerjava cen kvadratnega metra stene za stanovanjsko gradnjo izvedene v različnih vrstah konstrukcije (raziskovalna naloga). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana
- Kuzman Kitek M. 2011. Ocena tržnega potenciala lesenih izdelkov in lesene gradnje. Javnomnenjska raziskava, OZS: Alpe Adria Holz Les
- Kuzman Kitek M., Hrovatin J., 2008. Model za vrednostenje kriterijev gradnje. *AR Arhitektura*, raziskave, 2008/1
- Kuzman Kitek M., Kariž M., Senegačnik-Zbašnik M. 2013. Sodobne konstrukcije lesenih pasivnih hiš v Sloveniji. *AR Arhitektura*, raziskave, 2013/2
- Kuzman Kitek M., Grošelj P. 2012. Wood as a construction material: Comparison of different construction types for residential building using Analytic hierarchy process. *Wood research* 57, 4: 591–600
- Kuzman Kitek M. 2012. Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana
- Lipušek I., Oblak L., Zadnik Stirn L., 2003. Model za razvrščanje izdelkov kosovnega pohištva iz lesa glede na obremenjevanje okolja med procesom izdelave. Ljubljana. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 70: 31–51
- Outsider 2016. (15. 5. 2016)
<http://outsider.si/67-razlicnih-kotickov-za-aktivnosti/>

- Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca: Uradni list RS, št. 73/00 z dne 19. 8. 2000
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, 2009. Uradni list RS, št. 27/07 – uradno prečiščeno besedilo in 70/08
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Ur. l. RS, št. 52/10
- Praznik M., Kovič S. 2010. Z aktivnimi sistemi in toplotno zaščito do pasivnih in plus energijskih stanovanjskih stavb. V: Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvo / mednarodni posvet 2010. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo
- Praznik M., Senegačnik Zbašnik M. 2011. Analiza kvalitativnih parametrov za energijsko učinkovite hiše. Revija AR Arhitekturne raziskave, 2011/2: 29–38
- Praznik M., Senegačnik Zbašnik M. 2016. Trajnostna zasnova energijsko učinkovitih enodružinskih hiš
- Rodošek E. 1980 Optimiranje konstrukcij z vidika organizacije v fazah zasnove in izvedbe. Gradbeni vestnik 29: 14:17
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York; McGraw-Hill
- Saaty T. L. 2006. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, Pittsburgh, RWS Publications
- Sartori I., Hestnes A.G. 2007. Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article. Energy and Buildings 39: 259–257
- Scholz W.S., Decker R. 2007. Measuring the impact of wood species on consumer preferences for wooden furniture by means of the Analytic Hierarchy Process. Forest Product Journal 57, 3: 23–28
- Senegačnik Zbašnik M. 2007. Pasivna hiša. 1 izdaja, Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo: 130 str
- Smith R.L., Bush R.J., Schmoldt D.L. 1995. A hierarchical model and analysis of factors affecting the adoption of timber as a bridge material, Wood Fiber Science 27: 225–238
- Sperzel N., Piton C. 2014. Trajnostna gradnja in prenova v alpah. CIPRA international
- Šabič D. 2013. Uporaba metode analitično hierarhičnega procesa (AHP) pri kadrovanju. Diplomsko naloga. Ljubljana, Fakulteta za družbene vede: 47 str
- Šijanec Zavrl M., 2010. Trajnostne zelene stavbe v teoriji in praksi. V: Zbornik Nove tehnologije v gradnji z lesom, Manja Kitek Kuzman
- Trimo 2015
<http://www.trimo.si/mediji/sporocila-za-javnost-66/?y=2009&m=08>
- Uradni list Evropske unije, 2012. Direktiva 2012/27/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 25. oktobra 2012
- Uredba o zelenem javnem naročanju (Uradni list RS, št. 102/11, 18/12, 24/12, 64/12, 2/13 in 89/14)
- Wang L. Gwilliam J., Jones P., 2009. Case study of zero energy house desing in UK. Energy and Buildings 41: 1215-1222
- Wikipedia, 2016. Lastnosti kontejnerjev 20' in 40' (31. 3. 2016)
https://en.wikipedia.org/wiki/Intermodal_container

8 VIRI SLIK

- Arcspace. 2016. (13. 2. 2016)
<http://www.arcspace.com/features/alsop-architects/fawood-childrens-centre-/>
- Behnisch. 2016 (10. 2. 2016)
<http://www.behnisch-partner.de/projects/educational-buildings/kindergarten-luginsland>
- Blackline. 2016. Black line one X Architecture Studio (13. 2. 2016)
http://bloxas.com.au/architects/?page_id=1044
- Bovec. 2016. (2.12.2016)
<http://www.jelovica-hise.si/lesen-vrtec-zaga-pri-bovcu-08-01-2014.html>
- Čebelica. 2016. (12. 2. 2016)
<http://www.ljubljana.si/si/mol/novice/91563,1/gallery.html>
- Esplada. 2016. Esplada d.o.o. (12. 2. 2016)
<http://www.esplanada.si/si/projekti/javne-zgradbe/vrtec-trzin/90/>
- Iso. 2016. (20.11.2016)
<http://www.container-transportation.com/20-foot-shipping-container.html>
- Jelovica. 2016. Jelovica hiše d.o.o. (12. 2. 2016)
<http://www.jelovica.si/lesen-vrtec-jelovica---sentrupert-07-12-2011.html>
- Jelka. 2016. Riko hiše d.o.o. (12. 2. 2016)
<http://www.riko-hise.si/si/aktualno/dogodki?id=28>
- Kekec. 2016. Riko hiše d.o.o. (12. 2. 2016)
<http://www.riko-hise.si/si/reference?pid=72&project=vrtec-kekec-prizidek>
- Koma. 2016. Koma Modular s.r.o. (13. 2. 2016)
<http://www.koma-modular.cz/en/reference/kindergarten-ecole-saint-exupery-ch>
- Modularni Arhitekti. 2016. (12. 2. 2016)
<http://www.modular.si/index.php?id=p42>
- Modularni vrtec. 2016 (20.11.2016)
- Notrehistorie. 2016 (10. 2. 2016)
<http://www.notrehistoire.ch/group/politique-sociale-lausannoise-1947-a-1981/photo/40297/>
- Marles. 2016. Marles hiše d.o.o. (12. 2. 2016)
<http://www.marles.com/hise/veliki-objekti/vrtci-in-sole/vrtec-domzale>
- Mladina. 2016 (10. 2. 2016)
<http://www.mladina.si/53856/arhitektura-je-umetnost-prostora/>
- Openbuilding. 2016 (10. 2. 2016)
<http://openbuildings.com/buildings/fuji-kindergarten-profile-425/media#!buildings-media/44>
- Phooey. 2016. PHOOEY Architects Pty Ltd. (13. 2. 2016)
<http://www.phooey.com.au/projects/96/children-s-activity-centre>
- Polzela. 2016. Odprte hiše Slovenije (12. 2. 2016)
http://www.odprtehiseslovenije.org/index.php?m_id=program&id=409
- Raba količine energije v stavbah
 Kitek Kuzman M. 2012. Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Ribnica. 2016. Riko hiše d.o.o. (12. 2. 2016)

Pečnik J.G. Izbor kriterijev za gradnjo pasivnega lesenega vrtca z večkriterijskim odločitvenim modelom.

Mag. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2017

<http://www.riko-hise.si/si/reference?pid=2064&project=Vrtec-v-Ribnici>

Storžek. 2016. Jelovica hiše d.o.o. (12. 2. 2016)

<http://www.jelovica-hise.si/lesen-vrtec-jelovica-preddvor-29-03-2012.html>

Šoštanj. 2016. Esotech d.d. (12. 2. 2016)

http://www.odprtehiseslovenije.org/index.php?m_id=program&id=410

ZAHVALA

Zahvaljujem se dr. Manji Kitek Kuzman za pomoč in usmerjanje pri pisanju magistrske naloge, prof. dr. Grošelji Petri za pomoč in podporo pri uporabi matematično-statističnih metod. Zahvaljujem se tudi dr. Leonu Oblaku, za strokovno opravljeno recenzijo naloge.

Zahvalil bi se tudi vsem sodelujočim, ki so sodelovali pri izpolnjevanju anketnih vprašalnikov in nam s tem omogočili opravljanje analize.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jaka Gašper PEČNIK

**IZBOR KRITERIJEV ZA GRADNJO PASIVNEGA
LESENEGA VRTCA Z VEČKRITERIJSKIM
ODLOČITVENIM MODELOM**

MAGISTRSKA DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2017