

# Održiva obnova vrtića poštujući NZEB standard

Darija Gajić<sup>1</sup>, Saša Zečević<sup>2</sup>, Milovan Kotur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH

<sup>2</sup>ARS STUDIO d.o.o. i Istraživački centar za prostor, Banjaluka, Republika Srpska, BiH

<sup>3</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH  
darija.gajic@aggf.unibl.org, zekozmaj782@gmail.com, milovan.kotur@mf.unibl.org

**Sažetak**—Održivi principi gradnje i standard skoro nulte potrošnje energije (NZEB), posljednjih deset godina, su prisutni na prostoru Evropske unije (EU) i šire, pri gradnji novih zgrada. Obnova postojećih zgrada, u zavisnosti od tipa zgrade i lokacije, još uvijek nije prisutna u NZEB standardu u EU, a u ovom radu je analizirana prema NZEB standardu u okruženju (Republika Hrvatska i Republika Slovenija), jer vrijednosti parametara potrošnje energije navedenog standarda još nisu definisane na području Bosne i Hercegovine (BiH). Analizirana je obnova, odnosno značajnija rekonstrukcija vrtića u BiH koja poštuje principe održive gradnje pri čemu se više od 40% isporučene energije za rad tehničkih sistema u zgradi dobija iz obnovljivih izvora energije. Ovakav princip unaprijeđene obnove vrtića rezultirao je sa 38% većom uštedom energije, ali i za 20% većim početnim finansijskim ulaganjem od klasične, standardne obnove vrtića, čija obnova i prema važećim pravilnicima na predmetnom području nije lako dostižna, zbog tipa zgrade - vrtića.

**Ključne riječi**—održiva gradnja; obnova; energetska efikasnost; vrtić

## I. UVOD

Energetska kriza i princip neracionalne potrošnje sve manje resursa okrenula je sve grane društva principu efikasnosti - ISO 9000:2005 definiše efikasnost kao „povezanost između napravljenog rezultata i korisnog značenja“ [1]. Porast efikasnosti i manja cijena koštanja idu u korak sa manjom štetom po okruženje. Efikasnost je primarna ekonomska kategorija i ako posmatramo informatičku tehnologiju, njen potencijal je zapanjujući za razliku od građevinske industrije. U građevinskoj industriji velike su rasprave o tome da slični skokovi u efikasnosti ne mogu biti primjenjivi. Zgrade koje su građene prije 1970. godine imaju prosječnu potrebnu energiju za grijanje oko 250-300 kWh/m<sup>2</sup> na godišnjem nivou, a ako bi se pridržavali aktuelnog Pravilnika o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada u našoj zemlji, dopuštena potrebna energija za grijanje je maksimalno 60-70 kWh/m<sup>2</sup> [2]. Od 2020. godine u Evropskoj Uniji (EU) standard je da nove zgrade imaju skoro nultu potrošnju energije - NZEB (Net Zero Energy Building) standard. [3],[4]. Legislativa u Bosni i Hercegovini ne zahtijeva izgradnju NZEB objekata, niti daje podsticaje za njihovu izgradnju, iako se to spominje od 2011. godine u zakonodavnim dokumentima [5]. Održiva gradnja je jedan od značajnijih segmenata održivog razvoja, a uključuje upotrebu građevinskih materijala koji nisu štetni po životnu sredinu, energetska efikasnost zgrada i upravljanje otpadom od gradnje i rušenja građevina. Održiva gradnja mora osigurati

trajnost, kvalitet oblikovanja i konstrukcija, uz ekonomsku i ekološku prihvatljivost [6].

Cilj ovog istraživanja je da se kroz prikaz planiranja i projektovanja unapređenog rješenja i energetskih i ekonomskih analiza obnove vrtića, primjenom važećeg Pravilnika o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada (standardno rješenje) i primjenom NZEB standarda na predmetnom području Banjaluke (unapređeno rješenje), ukaže na svrsishodnost primjene održivih principa gradnje i NZEB standarda pri obnovi zgrada. Proračuni i analize energetskog stanja vrtića provedeni su programom KI expert *plus* [7].

## II. PRINCIPCI ODRŽIVE GRADNJE PRI OBNOVI VRTIĆA

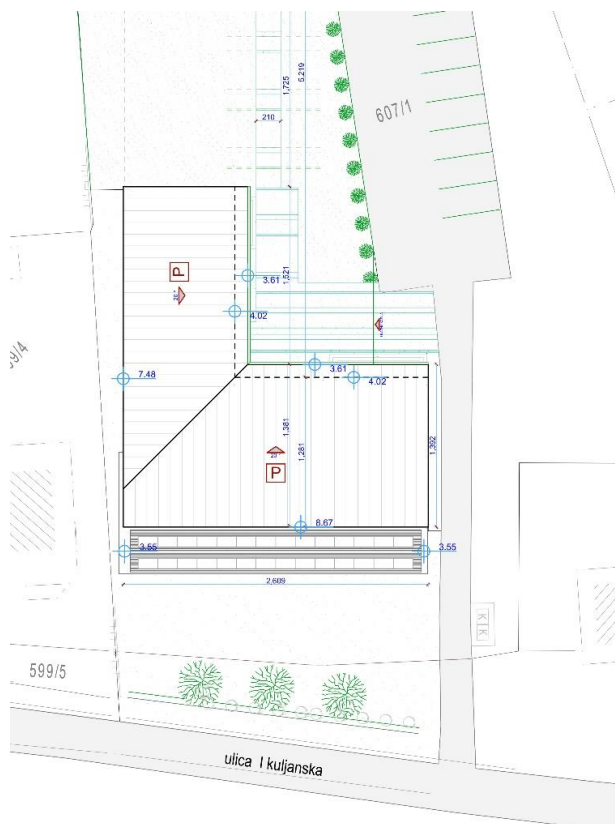
Održiva gradnja danas podrazumijeva sedam principa, o kojima se mora razmišljati pri projektovanju, a potpuno ih primjenjivati pri izvođenju, te korištenju i održavanju „Sl. 1“. Kod standardnog rješenja obnove vrtića, kao što se i inače pristupa obnovi zgrada na području BiH, ne planira se održivi koncept, te će se u ovom radu kod unapređenog rješenja pojasniti primijenjeni principi održive gradnje.



Sl. 1. Principi održive gradnje [8]

### A. Održivo projektovanje

Na planiranje zgrada utiče lokacija, koja je kod predmetnog vrtića otvorenog karaktera, jer je vrtić smješten u prigradskom naselju Kuljani i nema okolnih ograničenja od izgrađenosti i topografije terena „Sl. 2“. Jedina ograničenost je postojeća struktura samog vrtića, jer se vrši unapređenje/obnova postojeće zgrade. Prema analizama „Centra za predškolsko vaspitanje“ grada Banjaluka velika je potražnja za smještajem u vrtićima u tom dijelu grada, tako da će i maksimalni kapaciteti biti popunjeni. Prema standardnom rješenju, kada bi se samo postojeća zgrada obnovila, ukupan kapacitet bio bi za 86 djece. Nadogradnja vrtića riješila bi prostorne kapacitete, prema analizama navedenog Centra. Prema unaprijeđenom rješenju uočeno je da je korisna površina po jednom djetetu mala, te se u unaprijeđenom rješenju postavlja kriterijum minimalne kvadrature od 2,75 m<sup>2</sup> po jednom djetetu, a za grupe od 3 do 6 godina korisna površina po jednom djetetu je 3,30 m<sup>2</sup>. Procjenjeni ukupni kapacitet je 120 djece. Pored povećanja smještajnih kapaciteta na dograđenoj galeriji su organizovane dodatne prostorije kao što su: kancelarija uprave, sala za sastanke i prezentacije i ostava. Predloženi koncept ukazuje na potpunu upotrebljivost i korištenje novoplaniranog prostora.



Sl.2. Situacija unaprijeđenog rješenja

U unaprijeđenom rješenju planirano je rušenje parapeta i maksimalno povećanje otvora na južnoj i zapadnoj strani,

ostvarujući direktnu vezu sa dvorištem objekta, što je unaprijedilo i prostorno i funkcionalno rješenje vrtića „Sl. 3“.

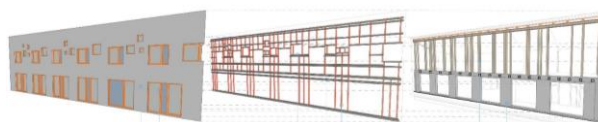
Nadograđivanje galerije planirano je tako da objekat sa južne strane ima dvije etaže i maksimalno se otvara ka jugu, a zatvara ka sjeveru spuštajući se krovom opet na nivo jedne etaže. Na dograđenom dijelu, odnosno galeriji, igra dimenzijama, i pozicijom otvora je korišćena kao arhitektonsko-vizuelni element, stvarajući razigranu fasadu, doprinoseći i atmosferi unutrašnjeg prostora.



Sl.2. 3D unaprijeđene obnove vrtića

### B. Održivi građevinski materijali i smanjenje otpada

Faktor oblika zgrade, koji je poboljšán nadogradnjom galerije, planiran je, prateći trendove u EU, a i samog potencijala BiH u tom građevinskom materijalu, u drvenoj konstrukciji. Koncept održivosti je podržan kroz sve segmente gradnje i u osnovnoj konstrukciji i u omotaču. Drvo, kao obnovljiv građevinski materijal koristi se za novi omotač postojećeg dijela i za nadogradnju vrtića „Sl. 4“, dok obnovom zgrada i korištenjem postojeće osnovne konstrukcije podržavamo koncept održivosti koja se zalaže za ponovnu upotrebu materijala i time smanjenje otpada od uklanjanja postojećeg građevinskog materijala.



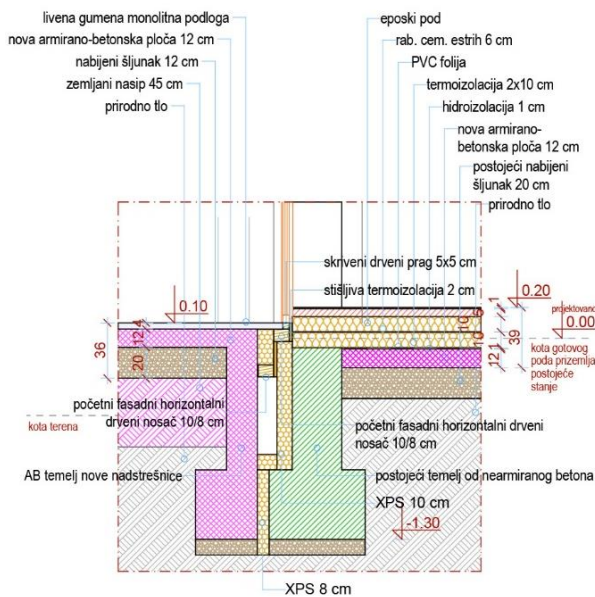
Sl.4. 3D prikaz - dijagram fasade po TES principima

### C. Trajnost

Pravilno isprojektovani i izvedeni tehnički detalji na omotaču zgrade riješiće trajnost zgrade. Neophodno je kontrolisati vodu i vlagu na način da se pravilno hidro i toplotno izoluje zgrada. Zgrada mora da se odbrani od podzemne vode i kapilarne vlage iz zemlje, zatim od kiše i snijega. Sa južne strane zgrade zid podnožja zgrade je toplotno izolovan. Projektovana nova drvena nadstrešnica za zaštitu od sunca je odvojen, dilatiran, dio objekta od postojeće zgrade vrtića. Iskop za temelje nadstrešnice stvorio je priliku da se interveniše na toplotnom izolovanju postojećeg temelja, što su

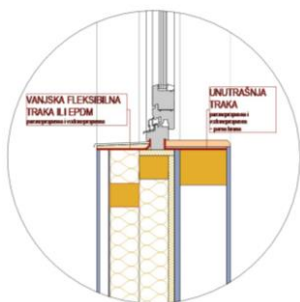
današnji principi pravilnog izolovanja temelja kod novih zgrada „Sl. 5“.

i između njih se ugrađuje termoizolacija, kao i između rogova, te se na taj način smanjuju toplotni mostovi u krovu „Sl. 8“.



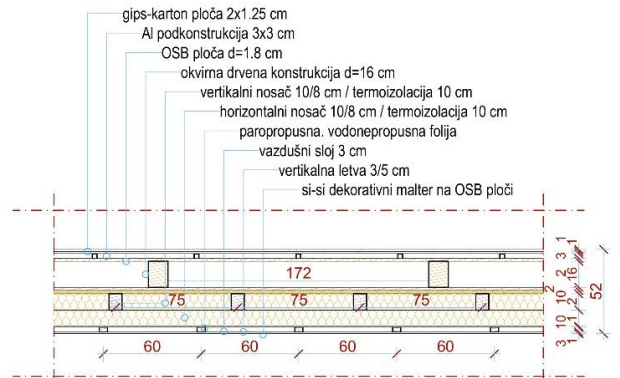
Sl.5. Unapređenje detalja temeljnog zida - sokla

Vlaga će nastati na omotaču zgrade i ako ne kontrolišemo protok vazduha. Izmjena unutrašnjeg toplog vazduha sa spoljašnjim hladnim vazduhom stvara vodenu paru i kondenzaciju koja se rješava pravilnim zaptivanjem, parnim branama i toplotnom izolacijom. Ugradnja stolarije, RAL metodom je jedan od uslova za poboljšanje zaptivenosti objekta, a samim tim je i direktan preduslov za ispunjavanje NZEB standarda. Izvodi se lijepljenjem fleksibilnih traka sa unutrašnje i spoljne strane otvora, „Sl. 6“.

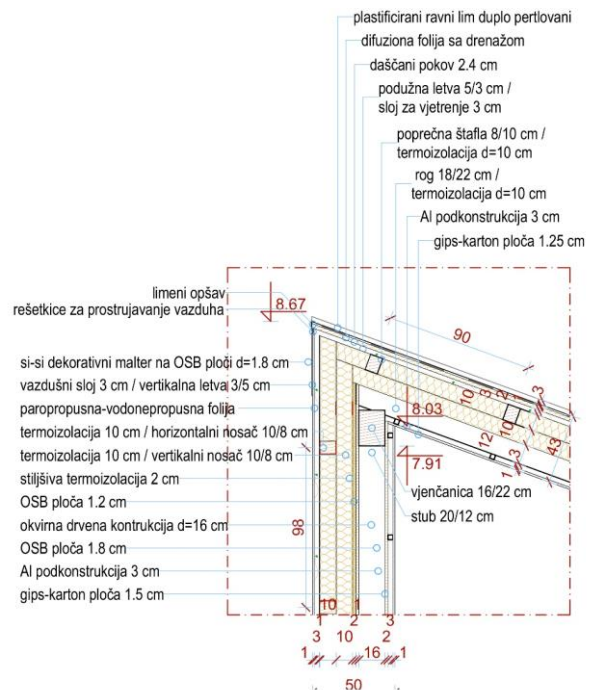


Sl.6. Detalj RAL ugradnje fasadnih pozicija

Unapređenje omotača vodilo se unakrsnom drvenom potkonstrukcijom punjenom toplotnom izolacijom, koja se postavlja naizmjenično, da bi se toplotni mostovi smanjili na minimum „Sl. 7“. Prema unaprijeđenom rješenju projektovan je jednovodan kosi krov sa padom od juga ka sjeveru. Kompletna nosiva konstrukcija je drvena. Na masivne drvene robove sa gornje strane pričvršćuju se poprečne drvene gredice



Sl.7. Detalj fasadnog nadograđenog zida



Sl.8. Detalj fasadnog nadograđenog zida

#### D. Energetska efikasnost, kvalitet vazduha i očuvanje vode

Unaprijeđeno rješenje vrtića, koje ima za cilj dostizanje NZEB standarda, vodilo se prevashodno promjenom faktora oblika, jer snižavanje vrijednosti faktora oblika dovodi do manje potrošnje energije [9]. Standardna obnova, bez nadogradnje, a poštujući unapređenje omotača do propisanih koeficijenata prolaza toplote ( $U_{max}$ ) ne može dostići pravilnikom propisanu potrebnu energiju za grijanje, odnosno energetski razred C, ni stambenih zgrada, ni obrazovnih ustanova, jer za vrtiće dozvoljeni razred nije ni propisan.

Unaprijedeno rješenje predviđa izvođenje drvene potkonstrukcije sa izolacijom od ekspaniranog polistirena ( $\lambda=0,034$  W/mK) debljine 30 cm i završnim slojem od silikatno-silikonskog plemenitog maltera, zatim prozore sa drvenim okvirima i troslojnim termoizolacionim staklom sa low-E prevlakom i punjeno argonom ( $U_w=0,90$  W/m<sup>2</sup>K). Na podu je postavljena hidroizolacija sa 20 cm ekstudiranog polistirena ( $\lambda=0,035$  W/mK) preko kojeg je postavljena zaštita od pvc folije, a zatim cementni estrih i završni sloj epoksidni pod. Kako je krovna konstrukcija iznad grijanog galerijskog prostora, planirano je i izvedeno postavljanje sloja mineralne vune ( $\lambda=0,034$  W/mK) debljine  $d=35$  cm na krovnoj konstrukciji. TABELA I.

TABELA I. U-KOEFICIJENTI KARAKTERISTIČKIH ELEMENATA FASADNOG OMOTAČA – UNAPREĐENO RJEŠENJE

Naziv građevinskog dijela	A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> W/m <sup>2</sup> K
Fasadni zid prizemlja	427,66	0,12	0,30
Fasadni zid galerije	311,93	0,07	0,30
Prozori	137,86	0,90	1,60
Pod	392,06	0,16	0,30
Krov	529,23	0,08	0,20

Unaprijedenim rješenjem su izmijenjene geometrijske karakteristike zgrade. Istraživanje je zasnovano na pravilno razriješenim toplotnim mostovima i zaptivenošću uz pomoć RAL ugradnje prozora, pa je očekivani tok vazduha sveden na zapreminu grijanog vazduha, pri razlici pritiska između unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha od 50 Pa procenjen je na  $n_{50} = 1,00$  h<sup>-1</sup>.

U svim prostorijama, gdje borave djeca i zaposleni, ugrađuju se ventilator konvektori. Odabrani su ventilator konvektori za dvocijevni sistem parapetne izvedbe. Na ventilator konvektorima se ugrađuju odzračni ventili, kuglaste slavine i prigušnice pomoću kojih se vrši odzračivanje i regulacija cijevne mreže. Regulacija temperature se izvodi preko žičanog, zidnog daljinskog upravljača, koji omogućava izbor režima rada (grijanje/hlađenje), brzine ventilatora i postavljanje željene sobne temperature. U periodu grijanja kao izvor toplote koriste se dvije toplotne pumpe vazduh-voda. Toplotne pumpe imaju mogućnost hlađenja. Odabrana su dva kompleta sastavljena od jedne spoljne (isparivačko-kondenzatorska jedinica) i jedne unutrašnje jedinice (hidroblok). Kapacitet grijanja svake toplotne pumpe pri spoljnoj temperaturi od -20°C je 16 kW, a kapacitet hlađenja je 13,1 kW. Jedna toplotna pumpa je sa integrisanim bojlerom tople potrošne vode zapremine 230 litara u koji je ugrađen električni grijač tople vode. Spoljne jedinice se postavljaju na čelične nosače na zidu objekta jedna pored druge i povezuju se sa unutrašnjim jedinicama termoizolovanim bakarnim cijevima za freonske instalacije. Toplotne pumpe se spajaju na akumulacioni rezervoar zapremine 300 litara.

Ventilacija prostorija za boravak djece se ostvaruje preko četiri rekuperativna ventilaciona sistema kapaciteta 900 m<sup>3</sup>/h

stepena rekuperacije 75% sa padom pritiska 170 Pa, koji se postavljaju u tavanski prostor. Količina vazduha je odabrana prema broju osoba u ovim prostorima (za 25 osoba do 900 m<sup>3</sup>/h). Ventilacioni sistem ima sopstvenu kontrolu i mogućnost rada do spoljne temperature -15 °C.

U prostorijama za boravak djece projektovana efikasna ugradna 60x60 cm LED rasvjeta. U zonama komunikacija, odnosno hodnicima, projektovana je nadgradna LED rasvjeta, kružnog oblika sa radijusom lampe od 22 cm. Sistemi su prošireni sistemom za kontrolu prisustva, što je značajno smanjilo količinu energije potrebne za rasvjetu. Izabrani su senzori prisustva u svim toaletima i prostorijama u skladu sa korisnom površinom poda.

### III. DOSTIZANJE NZEB STANDARDA

Zgrade sa nultom energijom u Evropskoj uniji definisane su kroz EPBD direktivu, ali zbog razlika u nacionalnim zakonima, ostavljena je mogućnost da svaka članica uvede dodatne parametre. To se prvenstveno odnosi na proračun potrošnje primarne energije, ali je sistem toliko složen da je zbog samog proračuna teško postaviti jednoobrazne granice [10]. Zgrade sa skoro nultom energijom su zgrade koje imaju veoma visoku energetska efikasnost, odnosno potrošnja električne ili toplotne energije iz komunalnih sistema je svedena na nultu ili veoma nisku količinu energije koju bi trebalo značajno pokriti energijom iz obnovljivih izvora. Osim toga, za zgradu NZEB-a potrebno je da se ova energija iz obnovljivih izvora proizvodi unutar zgrade ili u blizini zgrade.

Upoređujući klasičnu/standardnu obnovu vrtića sa unaprijedenim rješenjem da bi se dostigao NZEB standard, neophodno je poboljšati faktor oblika zgrade, sa postojećeg 0,79 na 0,68, kao i imati niže vrijednosti koeficijenata prolaza toplote za omotač, nego što su važećim Pravilnikom propisane. Prema unaprijedenom rješenju objekat je zadovoljio propisane U-koeficijente i koeficijent transmisionog gubitka po jedinici površine grijanog dijela zgrade. Godišnja potrebna toplotna energija za grijanje po jedinici korisne površine grijanog dijela zgrade  $Q''_{H,nd}$  iznosi 27,93 kWh/m<sup>2</sup>a, TABELA II., čime se prema Pravilniku o vršenju energetske pregleda zgrada i izdavanju energetske certifikata Republike Srpske [11] dostiže dozvoljeni energetski razred B za zgrade namjenjene obrazovanju i kulturi, kao i za sve ostale ponuđene kategorije zgrada.

Tehnički sistem vrtića je dopunjen fotonaponskim panelima, da bi se zadovoljio uslov za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Projektovana je nadstrešnica na južnoj strani vrtića koja služi za poboljšanje zaštite od ljetnjeg sunca, a koja je ujedno poslužila i kao nosač za fotonaponske panele. Ukupna površina panela je 47 m<sup>2</sup>. Proračunata godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade je  $E_{EL,RES} = 6984,42$  kWh/a. Sistem se sastoji od 28 monokristalnih silicijumskih panela sa neventilirajućim modulima. Dimenzije jednog panela su 1640x992x35mm.

U ovom istraživanju nije uzeta u obzir potrošnja energije pomoćnih sistema: pumpe u kotlovnici koje rade kontinualno, ventilatori na *fancoil* uređajima, elektro grijači u rekuperatorskim jedinicama kad je temperatura spoljnog vazduha veoma niska (dešava se povremeno u toku sezone

grijanja). Njihova angažovanost zavisi od spoljnih meteoroloških uslova i toplotne inercije objekta koji nisu lako predvidiva i pretpostavka autora je da je ta količina energije mala, odnosno da je ispod 1 kWh.

Projektovana proizvodnja energije iz obnovljivih izvora je 45,41% i potrošnja primarne energije po jedinici korisne površine grijanog dijela zgrade iznosi  $E_{prim} = 41,30$  kWh/m<sup>2</sup>a.

**TABELA II. PREGLED ENERGETSKIH POKAZATELJA UNAPRIJEĐENE OBNOVE VRTIĆA, IZVOR: ANALIZA AUTORA**

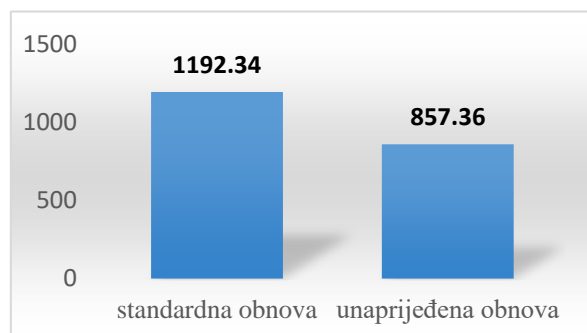
Površina fasadnog omotača grijanog dijela zgrade	$A = 1814,07$ m <sup>2</sup>
Zapremina grijanog dijela zgrade	$V_e = 2946,00$ m <sup>3</sup>
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0,62$ m <sup>-1</sup>
Korisna površina grijanog dijela zgrade	$A_k = 624,04$ m <sup>2</sup>
Potrebna godišnja toplotna energija za grijanje	$Q_{H,nd} = 17431,69$ kWh/a
Potrebna godišnja toplotna energija za grijanje po jedinici korisne površine	$Q''_{H,nd} = 27,93$ (max = 28,85) kWh/m <sup>2</sup> a
Godišnja potrebna energija za hlađenje	$Q_{C,nd} = 10263,49$ kWh/a
Potrebna godišnja toplotna energija za hlađenje po jedinici korisne površine	$Q_{C,nd} = 16,45$ kWh/m <sup>2</sup> a
Ukupna isporučena energija	$E_{del} = 9204,57$ kWh/a
Godišnja isporučena energija po jedinici korisne površine	$E''_{del} = 14,75$ kWh/m <sup>2</sup> a
Ukupna primarna energija	$E_{prim} = 25772,79$ kWh/a
Ukupna primarna energija po jedinice korisne površine	$E''_{prim} = 41,30$ (max = 55,00) kWh/m <sup>2</sup> a
Koeficijent transmissionog toplotnog gubitka po jedinici grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = 0,20$ (max = 0,54) W/m <sup>2</sup> K

Uzimajući u obzir energetske analize potrebna energija za grijanje kod standardne obnove iznosila bi oko 92 kWh/m<sup>2</sup>a [12], a kod unaprijeđene obnove oko 28 kWh/m<sup>2</sup>a, dok bi isporučena energija kod standardne obnove iznosila  $E_{del} = 14942,37$  kWh/a, a kod unaprijeđene obnove  $E_{del} = 9204,57$  kWh/a.

U zemljama bivše Jugoslavije koje su sad u Evropskoj uniji (Republika Hrvatska i Republika Slovenija), u kojima je propisan NZEB, najveća dopuštena vrijednost godišnje primarne energije po jedinici korisne površine grijanog dijela zgrade iznosi 50 – 100 kWh/m<sup>2</sup>a u zavisnosti od tipa zgrade i da je nova zgrada ili obnova/veća rekonstrukcija. U Bosni i Hercegovini još uvijek nema propisanih vrijednosti NZEB, ali bi koncept unaprijeđenog rješenje vrtića sa potrošnjom primarne energije po jedinici korisne površine grijanog dijela zgrade od  $E_{prim} = 41,30$  kWh/m<sup>2</sup>a uspio dostići i niže od navedenih uslova NZEB-a u ovim zemljama Evropske unije.

#### IV. EKONOMSKI POKAZATELJI GRADNJE NZEB VRTIĆA

Ekonomska analiza, preko predmjera i predračuna građevinskih radova i radova na mašinskim i elektro instalacijama za 2021. godinu, pokazala je da ako obnovimo samo postojeću zgradu do nivoa važećeg pravilnika na području Republike Srpske, BiH iznosiće oko 555000 KM, u odnosu na unaprijeđeno rješenje koje bi iznosilo oko 698000 KM, što je za 20% veća cijena početne investicije. Ako posmatramo bruto građevinsku površinu postojeće zgrade vrtića koja je 465,59 m<sup>2</sup>, a unaprijeđenog rješenja je 814,10 m<sup>2</sup>, dobićemo da je cijena po jedinici bruto površine za 30% manja za unaprijeđeno rješenje „SI.9.“.



SI.9. Cijene po jedinici bruto površine - KM/m<sup>2</sup>

Osim toga, održivost koncepta unaprijeđenog vrtića je što bi se povećao i broj korisnika, za 34 djeteta, što je povećanje kapaciteta za 28%, koliko bi činila i razlika u dobijanju finansijskih sredstava od korisnika. Analizirajući cijenu boravaka koja je trenutno 165 KM/mjesečno po djetetu, na godišnjem nivou kod standardne obnove iznosila bi 170280 KM za godinu dana, dok bi unaprijeđena obnova, sa većim korisnim prostorom, te time i smještajem većeg broja djece, iznosila 237600 KM. Razlika na godišnjem nivou iznosila bi 67320 KM. Već nakon tri godine samo proširenjem kapaciteta korisnika, razlika između standardne i unaprijeđene obnove početne investicije bi se isplatila.

Razlika u isporučenoj energiji standardne i unaprijeđene varijante je 5737,8 kWh/a na godišnjem nivou. Sagledavajući cijenu električne energije sa PDV-om, koja je za decembar 2022. godine, 0,18135 KM po kWh, godišnje uštede bi iznosile 1040 KM, odnosno uzimajući u obzir kamatnu stopu od 5% i ekonomski vijek trajanja omotača zgrade od 30 godina, ukupna sadašnja vrijednost ušteda između unaprijeđene i standardne obnove iznosila bi 15966 KM (prvih 15 godina 10720 KM).

#### V. ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da dostizanje NZEB standarda u odnosu na standardnu obnovu koja je propisana važećim Pravilnikom o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada Republike Srpske ima višestruke koristi samo ako se poštuju principi održive gradnje, odnosno u ovom slučaju održive obnove. Održivost koncepta je podržana korištenjem obnovljivih materijala pri obnovi postojećeg omotača i u nadogradnji vrtića, zatim pravilnim

projektovanjem i izvođenjem detalja, koji dovode do trajnosti zgrade i korištenjem obnovljivih izvora energije do energetske efikasnosti najvišeg nivoa.

Energetska analiza isprojektovanog unaprijeđenog vrtića prema principima održive gradnje, ukazuje da je sa proračunatim učešćem energije iz obnovljivih izvora od oko 45%, moguće dostići i veći procenat, nego što je u NZEB standardima, koji su propisani u zemljama u EU (Hrvatska i Slovenija), a koje su u okruženju Bosne i Hercegovine i koji iznosi 25-30% učešća energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj primarnoj energiji zgrade.

Ekonomska analiza obnove vrtića, koja je uzela u obzir zadržavanje samo osnovne konstrukcije postojeće zgrade, ukazuje da se povećanjem bruto površine za 42,8%, što je bila razlika između standardne obnove, koja bi inače bila primijenjena na predmetnom području i unaprijeđene obnove koja se vodi NZEB standardom, dobija za 30% manja cijena građevinskih radova i radova na mašinskim i elektro instalacijama po m<sup>2</sup> bruto površine vrtića. Naravno, povećanjem korisne površine vrtića dolazi i do proširenja broja korisnika, što je u ovoj analizi povećanje za 28% kod unaprijeđenog rješenja obnove.

#### LITERATURA

- [1] M. Hegger, M. Fuchs, T. Stark and M. Zeumer, „Energy Manual: sustainable architecture“, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2008., str. 24. G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, “On certain integrals of
- [2] *Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske*. Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada Republike Srpske, Sl. gl. RS br. 30/15, str. 4. [https://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik\\_o\\_minimalnim\\_zahtjevima\\_za\\_energetske\\_karakteristike\\_zgrada.pdf](https://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik_o_minimalnim_zahtjevima_za_energetske_karakteristike_zgrada.pdf)
- [3] European Commission, The Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), Official Journal of the European Union, 53, 2010.
- [4] REGULATIONS COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements, Official Journal of the European Union.
- [5] Zakon o komunalnim djelatnostima Republike Srpske, Član 5., <https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mgr/Documents>
- [6] C. Kibert, „Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery“, Third Edition, John Wiley & Sons, 2012.
- [7] Program KI expert plus, Hrvatska, <https://www.knaufinsulation.hr/preuzmite-dokumente/ki-expert-plus>
- [8] BUILDPASS, United Kingdom, <https://buildpass.co.uk/blog/the-7-principles-of-sustainable-construction/>
- [9] B. Antunović, D. Gajić i D. Stupar, „Energetska efikasnost predškolskih ustanova u Banjoj Luci“, Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, 2020.
- [10] J. Kurnitski, „Cost Optimal and Nearly Zero-Energy Buildings (nZEB)“, Tallinn: Springer-Verlag London, 2013.
- [11] *Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske*. Pravilnik o vršenju energetske pregleda zgrada i izdavanju energetske certifikata Republike Srpske. Službeni glasnik Republike Srpske br. 15/30 [http://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik\\_o\\_vršenju\\_energetskog\\_pregleda\\_zgrada\\_i\\_izdavanju\\_energetskog\\_certifikata.pdf](http://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik_o_vršenju_energetskog_pregleda_zgrada_i_izdavanju_energetskog_certifikata.pdf)
- [12] D. Gajić, S. Zečević, M. Kotur, and A. Janković, “ENERGY AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE RENOVATION OF THE KINDERGARTEN IN BANJA LUKA ACCORDING TO THE CURRENT RULEBOOK AND NZEB”, *STEPGRAD*, vol. 1, no. 15, pp. 170-180, Jun. 2022.

#### ABSTRACT

Last ten years, sustainable construction principles and the standard of almost zero energy consumption (NZEB), have been present in the European Union and beyond, in the construction of new buildings. The renovation of existing buildings, depending on the type of building and location, is not yet present in the NZEB standard in the EU, and in this paper it is analyzed according to the NZEB standard in the surrounding area (Republic of Croatia and Republic of Slovenia), because the values of the energy consumption parameters of the specified standard have not yet been defined in the Bosnia and Herzegovina (BiH). This paper analyzes the renovation, that is, the more significant reconstruction of kindergartens in Bosnia and Herzegovina, which respects the principles of sustainable construction, where more than 40% of the delivered energy for the operation of the technical systems in the building is obtained from renewable energy sources. This principle of improved renovation of the kindergarten resulted in 38% higher energy savings, and 20% higher initial financial investment than the classic, standard renovation of the kindergarten, whose renovation is not easily achievable even according to the current legislation, due to the type of building.

#### SUSTAINABLE RENOVATION OF KINDERGARTENS RESPECTING THE NZEB STANDARD

Darija Gajić, Saša Zečević, Milovan Kotur