

**XXVI KONGRES I MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM O
ISTRAŽIVANJIMA I PRIMENI SAVREMENIH DOSTIGNUĆA U
GRAĐEVINARSTVU U OBLASTI MATERIJALA I
KONSTRUKCIJA**

Autori: ¹Dubravka Bjegović, ²Ivana Banjad Pečur, ³Nina Štirmer, ⁴Bojan Milovanović,
⁵Ivana Carević, ⁶Marina Alagušić

VENTILIRANI PREDGOTOVLJENI FASADNI PANEL ECO-SANDWICH®

Rezime na srpskom jeziku: (Rezime tekst) Zgrade u Europskoj Uniji troše oko 40 % ukupne energije što uzrokuje 36 % ukupne emisije stakleničkog plina CO₂. Poboljšanjem energetske učinkovitosti zgrada doprinijelo bi se smanjenju klimatskih promjena, odnosno smanjenju emisije CO₂. Naime, energetska učinkovitost u zgradarstvu prepoznata je danas kao područje koje ima najveći potencijal za smanjenje ukupne potrošnje energije, čime se direktno utječe na ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, duži životni vijek zgrade te doprinosi zaštiti okoliša i smanjenju emisija štetnih plinova. S druge strane, građevinski otpad, kao i sve druge vrste otpada, postaje veliki ekološki problem u većini zemalja svijeta. Kao održivo rješenje za navedeni problem prihvaćen je postupak recikliranja građevinskog otpada te njegova ponovna upotreba, kojim se rješava pitanje velikih količina otpada na odlagalištima, te problem prevelike eksploatacije prirodnih resursa. U cilju doprinosa rješavanju navedene problematike u zgradarstvu i u području gospodarenja građevinskim otpadom nastao je inovativni proizvod ECO-SANDWICH®. ECO-SANDWICH® je ventilirani predgotovljeni fasadni panel izrađen od recikliranog agregata i sloja mineralne vune proizvedene korištenjem održive Ecose® tehnologije, čijom se ugradnjom smanjuje potrebna godišnja energije za grijanje i hlađenje u zgradama. Osim što ECO-SANDWICH® fasadni paneli doprinose energetske poboljšanje zgrada, korištenjem recikliranog agregata na odgovarajući način se upravlja građevinskim otpadom prema zahtjevima Okvirne direktive o otpadu čime se ublažava utjecaj graditeljstva na okoliš.

U ovom radu prikazana su ispitivanja predgotovljenog građevinskog proizvoda prema normi HRN EN 14992:2012 - Predgotovljeni betonski proizvod za potrebe dobivanja Izjave o svojstvima i CE oznake u skladu s Uredbom (EU) br. 305/2011 o građevnim proizvodima Europskog parlamenta i Vijeća.

Ključne reči na srpskom jeziku: (Rezime tekst) energetska učinkovitost, građevinski otpad, ECO-SANDWICH®, reciklirani agregat

¹ Prof.dr.sc., dubravka@grad.hr

² Prof.dr.sc., banjadi@grad.hr

³ Prof.dr.sc., ninab@grad.hr

⁴ Dr.sc., bmilovanovic@grad.hr

⁵ icarevic@grad.hr

⁶ malagusic@grad.hr

^{1,2,3,4,5,6} Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska

VENTILATED PRECAST WALL PANEL ECO – SANDWICH®

Abstract: (Rezime tekst) Buildings in European Union are responsible for 40 % of total energy consumption, which causes 36 % of total CO₂ emission. By improving energy efficiency of buildings, climatic changes would be reduced, with respect to CO₂ emission. Today, energy efficiency of buildings is recognized as area of huge potential for reducing total energy consumption, by which it is directly effecting on more pleasant and more quality living in buildings, its lifetime and contributing to environment protection and reduction of hazardous gases emission. From another aspect, construction and demolition waste (CDW), like all other types of waste, are being serious ecological problem in most world countries. As sustainable solution for mentioned problem, recycling of CDW and its reuse is accepted, and by these solution problem of waste amount on landfills and problem of overexploitation of natural resources is being solved. In order to contribute solving above mentioned issues in buildings and waste management, new innovative product ECO - SANDWICH® is produced. ECO - SANDWICH® is ventilated precast wall panel, made with recycled aggregate and thermal insulation layer of mineral wool produced with sustainable Ecose® technology, which reduces required annual energy for heating and cooling in buildings. ECO - SANDWICH® wall panels, except its contribution to energy efficiency of buildings, by using recycled aggregate ECO - SANDWICH® wall panels adequately manage CDW according to Waste Framework Directive for mitigating construction impact on environment.

This paper presents testings of precast construction product according to technical standard HRN EN 14992:2012 – Precast concrete product, necessary for Declaration of performance and CE mark in accordance with Construction Products Directive (EU) no. 305/2011.

Keywords: (Rezime tekst) energy efficiency, CDW, ECO - SANDWICH®, recycled aggregate

1. UVOD

Suvremeno građevinarstvo se nalazi u situaciji da u današnjem vremenu globalne ekonomske krize, vremenu nestabilnosti opskrbe energentima i ugroženosti okoliša, mora ponuditi nova rješenja u vidu inovativnih proizvoda, tehnologija građenja, tehnologija proizvodnje materijala i općenito pristupa prema prirodi.

Zgradarstvo danas čini 32 % ukupne potrošnje energije u Europskoj Uniji, odnosno čini 40 % ukupne potrošnje primarne energije [1]. Najveći postotak potrošnje energije u zgradarstvu odlazi na grijanje i hlađenje zgrada. Navedeno čini gorući problem zbog nesigurnosti u opskrbi energentima i sve štetnijeg utjecaja na okoliš. Poboljšanjem energetske učinkovitosti zgrada, smanjuje se količina potrebne energije za grijanje i hlađenje zgrada, a samim time i količina emisije štetnih stakleničkih plinova.

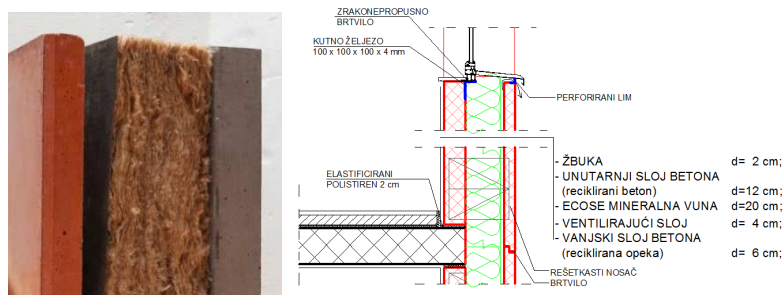
Drugi gorući problem jest problem zbrinjavanja otpada. Ogromne količine otpada se generiraju u EU i potrebno ga je na odgovarajući način zbrinuti. Od svih vrsta otpada, građevinski otpad i otpad od rušenja su, prema svojoj količini, jedan od najviše generiranih otpada u EU. Građevinski otpad i otpad od rušenja čine 25 – 30 % ukupnog otpada generiranog u EU te se sastoje od brojnih materijala, uključujući beton, opeku, gips, drvo, staklo, metale, plastiku, zemlju od iskopa, itd., od čega se mnogi od njih mogu reciklirati. Ova vrsta otpada nastaje prilikom građenja zgrada i prometne infrastrukture, potpunog ili djelomičnog rušenja zgrada i prometne infrastrukture tijekom održavanja istih. Europska Unija je građevinski otpad i otpad od rušenja identificirala kao prioritetni otpad s velikim potencijalom za recikliranje i ponovnu upotrebu, budući da neke od tih komponenata otpada imaju veliku vrijednost u pogledu zamjene prirodnih izvora sirovina. Stupanj recikliranja i ponovne upotrebe građevinskog otpada i otpada od rušenja značajno se razlikuje (raspon između manje od 10 % i više od 90 %) diljem zemalja Europske Unije. Jedan od ciljeva Okvirne direktive o otpadu jest osigurati okvir za podizanje stupnja recikliranja u društvu. Također, Direktivom je određeno da sve zemlje članice EU moraju poduzeti sve potrebne mjere kako bi do 2020. godine postigle cilj od minimalno 70 % (po masi) ne štetnog građevinskog otpada i otpada od rušenja za recikliranje ili ponovnu upotrebu [2].

Jedan od primjera inovativnosti u građevinskoj industriji koji pomiruje problem prevelike potrošnje energije u zgradarstvu i problem odgovarajućeg korištenja građevinskog otpada i otpada od rušenja, jest energetski učinkoviti ventilirani predgotovljeni zidni panel ECO - SANDWICH®, izrađen od recikliranog betona i reciklirane opeke te sloja toplinske izolacije od mineralne vune izrađene inovativnom održivom i ekološki prihvatljivom Ecose® tehnologijom. ECO – SANDWICH®, kao i svi ostali građevni proizvodi, prije stavljanja na tržište mora proći kroz proces ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava, odnosno na temelju propisanih ispitivanja proizvođač izdaje Izjavu o svojstvima i postavlja na proizvod CE oznaku, čime se ostvaruje jamstvo proizvođača za ECO – SANDWICH® i osigurava zadovoljstvo krajnjeg korisnika ECO – SANDWICHa®.

2. ECO - SANDWICH®

U istraživačkom projektu “ECO – SANDWICH” finaciranog u sklopu CIP ECO Innovation programme (ECO/11/304438/SI2.626301), razvijen je inovativni predgotovljeni zidni panel ECO – SANDWICH®. Inovativnost ECO – SANDWICH® leži u sloju ventiliranog zraka koji sprječava kondenzaciju vodene pare u sloju toplinske izolacije od staklene vune izrađene prema inovativnoj i održivoj Ecose® tehnologiji. Dodatna inovativnost ECO – SANDWICH® leži u korištenju recikliranog građevinskog otpada i otpada od rušenja, što doprinosi ekološkom aspektu i aspektu održivosti predmetnog građevinskog proizvoda. Reciklirani građevinski otpad i otpad od rušenja koriste se za zamjenu prirodnog agregata u betonskim slojevima panela, što prati obvezne ciljeve europske Direktive o energetske svojstvima zgrada – EPBD i nove Direktive EPBD II, zajedno sa Okvirnom direktivom o otpadu.

Predmetni inovativni ventilirani predgotovljeni zidni panel se sastoji od dva predgotovljena betonska sloja međusobno povezanih nehrđajućim čeličnim nosačima. 50 % ukupnog agregata potrebnog za proizvodnju betonskih slojeva je zamijenjeno recikliranim agregatom dobivenog iz građevinskog otpada i iz otpada od rušenja. Unutarnji (nosivi) sloj ECO – SANDWICH® je izrađen od agregata od recikliranog betona, dok je vanjski fasadni sloj izrađen od agregata od reciklirane opeke. Ecose® staklena vuna ima niz prednosti sa stajališta okoliša. Proizvedena je od recikliranog (staklene boce, staklene ploče; do 85 % ukupnog sadržaja sirovina) materijala i prirodnih materijala, tehnologija proizvodnje je bez upotrebe formaldehida, fenola, pentana, butana i akrila, ima manju ugrađenu energiju od tradicionalnih veziva na bazi ulja (smanjenje do 70 %), poboljšava sveukupnu održivost zgrada te nema umjetnih bojila. Također, Ecose® staklena vuna ne gubi svoja svojstva tokom vremena i na kraju životnog vijeka ju je u potpunosti moguće reciklirati. Između sloja toplinske izolacije Ecose® staklene vune i vanjskog betonskog sloja, nalazi se sloj ventiliranog zraka debljine 4 cm radi sprječavanja vlaženja sloja toplinske izolacije. Unutarnji i vanjski sloj betona su međusobno povezani nehrđajućim čeličnim nosačima. Unutarnji betonski sloj je povezan s nosivom konstrukcijom zgrade (stupovi, zidovi) nehrđajućim čeličnim spojnica.



Dijagram 1. Presjek ECO - SANDWICH® zidnog panela [3]

Tokom provedenog istraživanja, pripremljene su betonske mješavine različitih sastava i na temelju kojih je provedena opsežna analiza mehaničkih i trajnosnih svojstava. Cilj istraživanja je bio optimizirati betonske mješavine za inovativni ventilirani predgotovljeni zidni panel.

U mješavinama je mijenjan udio recikliranog agregata (40 %, 50 % i 60 %). Sve betonske mješavine su izrađene upotrebom cementa CEM II A/S 42.5 R. Kao agregat je upotrijebljen prirodni pijesak nazivne veličine 0 – 4 mm sa dva izvora: prirodni i drobljeni agregat zajedno sa agregatima od recikliranog betona i reciklirane opeke veličine 4 – 8 mm i 8 – 16 mm. Za potrebe betonskih mješavina sa 40 % recikliranog agregata, prirodni i drobljeni agregat veličine 4 – 8 mm je također korišten. Izuzev agregata, udjeli ostalih komponenti su isti u svim mješavinama: 400 kg cementa, $v/c = 0.42$ i plastifikator MELCRET SPA 0.7 % po masi cementa.

Nakon provedenih mehaničkih i trajnosnih ispitivanja [4], odlučeno je da će unutarnji betonski sloj inovativnog ventiliranog predgotovljenog zidnog panela biti izrađen od 50 % agregata od recikliranog betona a vanjski betonski sloj od 50 % agregata od reciklirane opeke [3].

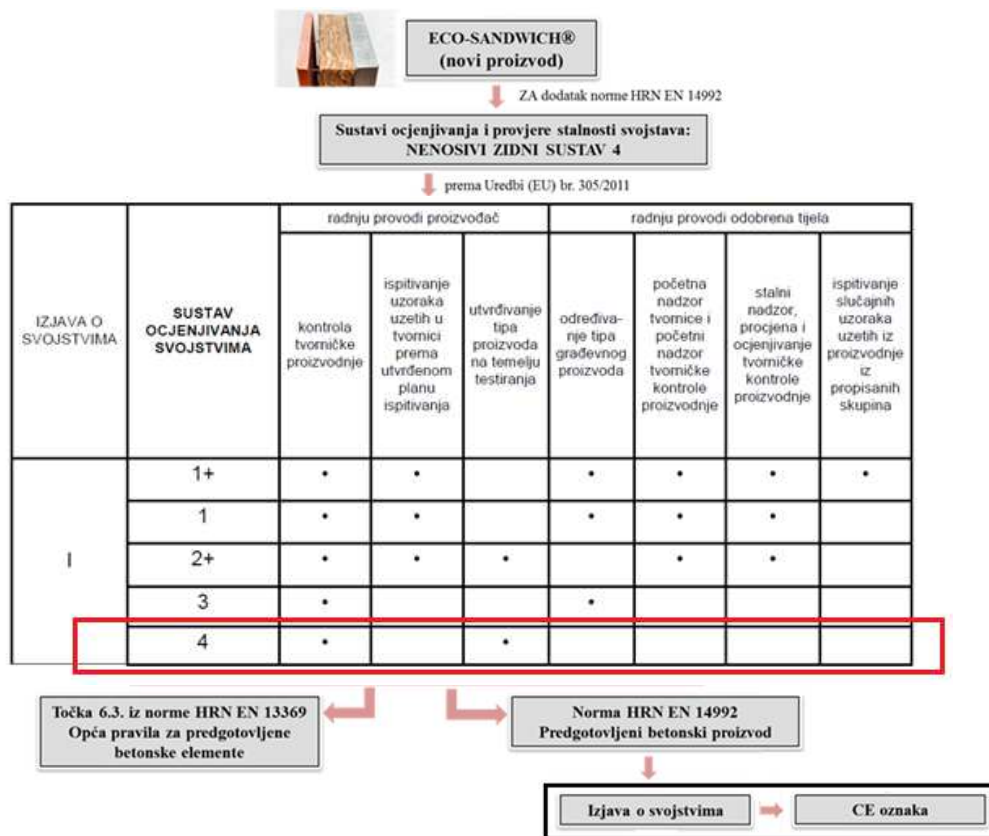
3. POSTUPAK IZDAVANJA IZJAVE O SVOJSTVIMA I CE OZNAKE

Svrha Uredbe (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i vijeća od 9. ožujka 2011 [5] koja propisuje usklađene uvjete trgovanja građevnih proizvoda i ukida Direktive Vijeća za građevinske proizvode (89/106/EEC) [6] je uklanjanje tehničkih prepreka trgovini građevnim proizvodima unutar europskog ekonomskog područja, a to se postiže kroz slijedeća četiri elementa: sustav usklađenih tehničkih specifikacija, dogovoreni sustav ocjenjivanja za svaku skupinu građevnih proizvoda, prijavljena tijela i CE označavanje proizvoda. Primjena Uredbe osigurava da se svaki građevni proizvod za koji postoji harmonizirana norma označi CE znakom i da posjeduje određene informacije.

Za potrebe prodaje proizvoda na tržištu, novi inovativni predgotovljeni fasadni panel, ECO-SANDWICH®, je trebalo provesti kroz postupak (Dijagram 2) izdavanja Izjave o svojstvima i CE oznake. Prema pripadnoj normi proizvoda *HRN EN 14992 - Predgotovljeni betonski proizvod* [7], ZA.2 dodatak ECO-SANDWICH® fasadni element spada u nenosivi zidni element, nekonstrukcijske namjene. Prema Uredbi (EU) br. 305/2011 kod sustava 4 ocjenjivanje i provjeru stalnosti svojstava građevnih proizvoda u potpunosti se prepušta proizvođaču. Proizvođač provodi:

- određivanje vrste proizvoda na temelju ispitivanja tipa (utemeljeno na uzorkovanju kojeg provodi proizvođač), proračuna tipa, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije,
- kontrolu tvorničke proizvodnje [5]

Za tvorničku kontrolu proizvodnje primjenjuje se točka 6.3 iz norme HRN EN 13369 Opća pravila za predgotovljene betonske elemente [8]. Utvrđivanje tipa proizvoda na temelju ispitivanje tipa provodi se u skladu s normom HRN EN 14992 na temelju čega se uz Izjavu o svojstvima izdaje oznaka građevnog proizvoda zajedno s tehničkom uputom o montaži proizvoda. Prijavljeno/notificirano tijelo za sustav 4 nema zadataka.



Dijagram 2 Postupak dobivanja Izjave o svojstvima i CE oznake ECO-SANDWICH® elementa

Oznaku CE (franc. *Conformité Européenne* – europske sukladnosti) potrebno je postaviti na vidljiv, čitljiv i neizbrisiv način na građevni proizvod ili etiketu pričvršćenu na njega. Oznaka CE popraćena je s najmanje dvije posljednje znamenke godine u kojoj je prvi put bila postavljena, imenom i registriranom adresom proizvođača ili identifikacijskom oznakom kojom se jednostavno i bez ikakve dvojbe omogućuje identifikacija imena i adrese proizvođača, jedinstvenom identifikacijskom oznakom vrste proizvoda, referentnim brojem izjave o svojstvima, razinom ili razredom objavljenog svojstva, uputom na usklađenu tehničku specifikaciju koja se primjenjuje, identifikacijskim brojem prijavljenog tijela i, ako je to primjenjivo, namjeravanom uporabom kako je propisano usklađenom tehničkom specifikacijom [5]. Oznaka CE postavlja se na građevni proizvod prije nego što je sam proizvod stavljen na tržište.

4. EKSPERIMENTALNI DIO

4.1. Provedena ispitivanja propisanih svojstava za Izjavu o svojstvima

U poglavlju 3. *Postupak izdavanja Izjave o svojstvima i CE oznake* dana je shema postupka izdavanja Izjave o svojstvima i CE oznake za predmetni proizvod. Radi dobivanja Izjave o svojstvima i sukladno tome CE oznake, za ventilirani predgotovljeni fasadni panel ECO - SANDWICH®, prema zahtjevima norme HRN EN 14992:2007, provedena su ispitivanja sljedećih svojstava prikazanih u Tabeli 1.

Redni broj	Tražena svojstva	Način dokazivanja
1	Tlačna čvrstoća betona	HRN EN 12390-3
2	Vlačna čvrstoća i granica popuštanja čelika Napomena: Ne specificira se upotreba ostalih materijala osim čelika.	Čelik za armiranje HRN EN 10080
		Umetci i spajala trebaju: a) Imati dovoljnu otpornost na projektirana djelovanja b) Imati odgovarajuću duktilnost c) Zadržati svojstva tijekom uporabe
3	Mehanička otpornost	Postoje 3 metode dokazivanja: Metoda 2: <i>Deklariranje vrijednosti pojedinih svojstava elementa prema ENV 1992-1-1 i ENV 1992-1-3</i>
4	Otpornost na požar	Prema HRN EN 1364-4 Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar – 4. dio: Ovješene fasade – Djelomična postava
5	Reakcija na požar	Prema HRN EN 13501-1 Predgotovljeni elementi s cementom kao vezivom klasificiraju se kao A.1 bez potrebe ispitivanja. Mineralna vuna je također A.1.
6	Zvučna izolativnost	Iskazuje se u dB ako je potrebno. Može se procijeniti proračunom prema EN 12354-1 i 2.
7	Detalji	-
8	Trajnost	Prema HRN EN 206-1
9	Otpor difuziji vodene pare	Prema HRN EN ISO 12572:2002
10	Vodonepropusnost	Ispitivanje apsorpcije vode prema dodatku J norme HRN EN 13369

Tabela 1. Ispitivanja za ventilirani predgotovljeni fasadni panel prema normi HRN EN 14992: 2007 potrebna za dobivanje Izjave o svojstvima

Reciklirani agregat od betona izrađen je od otpadnog materijala iz laboratorija Zavoda za materijale Građevinskog fakulteta u Zagrebu i betonare Beton Lučko. Građevinski otpad je recikliran u betonari Beton Lučko. Reciklirani agregat od opeke izrađen je od otpadnog materijala iz proizvodnje opeke proizvođača Wienerberger Ilovac d.o.o. Otpadni materijal iz proizvodnje opeke također je recikliran u betonari Beton Lučko. Na Dijagramu 3 prikazane su površine uzoraka izrađenih s agregatom od recikliranog betona i s agregatom od reciklirane opeke.



a)

b)

Dijagram 3 a) površina uzorka od recikliranog betona; b) površina uzorka od reciklirane opeke

Uzorci za navedena ispitivanja sa 40 % i 60 % udjela recikliranog agregata izrađeni su u betonari Beton Lučko, a uzorci za navedena ispitivanja sa 50 % recikliranog agregata su izrađeni u laboratoriju Zavoda za materijale Građevinskog fakulteta u Zagrebu. Geometrijske karakteristike uzoraka su definirane normama provedenih ispitivanja.

U akreditiranom laboratoriju Zavoda za materijale Građevinskog fakulteta u Zagrebu su ispitana fizikalna, mehanička i trajnosna svojstva svih uzoraka. Toplinska svojstva i difuzija vodene pare svih uzoraka su ispitane u akreditiranom Laboratoriju za građevinsku fiziku Instituta IGH d.d.u Zagrebu. Požarna svojstva ECO – SANDWICH® zidnih panela su ispitana u akreditiranom Laboratoriju za toplinska mjerenja LTM d.o.o. u Stubičkoj Slatini.

Na temelju ispitanih svojstava proizvođač predmetnog ventiliranog predgotovljenog fasadnog panela sastavlja Izjavu o svojstvima te on preuzima odgovornost za predmetni građevni proizvod s takvim objavljenim svojstvima. Na predmetni proizvod sa izdanom Izjavom o svojstvima, postavlja se CE oznaka kojom se potvrđuje sukladnost ventiliranog predgotovljenog fasadnog panela s objavljenim svojstvima u vezi s bitnim značajkama obuhvaćenima usklađenom normom ili europskom tehničkom ocjenom.

5. REZULTATI ISPITIVANJA

5.1. Izjava o svojstvima ventiliranog predgotovljenog fasadnog panela ECO - SANDWICH®

U Tabeli 2 prikazane su vrijednosti ispitanih svojstava unutarnjeg betonskog sloja ECO – SANDWICH® (50 % agregata od recikliranog betona), neophodnih za izdavanje

Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih istih svojstava propisane odgovarajućim normama ili vrijednosti preporučene od strane struke.

MATERIJAL	PROMATRANO SVOJSTVO	DEKLARIRANO SVOJSTVO	NAPOMENA
Beton izrađen s agregatom od recikliranog betona (50% sadržaja recikliranog agregata)	Srednja toplinska provodljivost $\lambda_{10, dry}$	0,858 W/mK	Vrijednost λ nije ograničena normama za pojedine materijale, ograničena je dopuštena U-vrijednost elemenata
	Relativni otpor difuziji vodene pare, s_d	1,77 m	Nije ograničena normama za pojedine materijale nego se ovisno o zahtjevima projekta odabiru materijali s prikladnim s_d
	Faktor otpora difuziji vodene pare, μ	37	Nije ograničena normama za pojedine materijale nego se ovisno o zahtjevima projekta odabiru materijali s prikladnim μ
	Volumenska masa u suhom stanju	2105 kg/m ³	Manja od volumenske mase običnog betona jednake čvrstoće
	Razred tlačne čvrstoće	C 30/37	Propisuje se projektom; C 20/25 dovoljan razred čvrstoće betona za uobičajne nosive konstruktivne elemente
	Modul elastičnosti (28 dana)	33,8 GPa	Propisuje se projektom
	Koeficijent plinopropusnosti	1,28x10 ⁻¹⁶ m ²	(1,0 – 10)x10 ⁻¹⁶ m ² -> Loša kvaliteta betona ¹
	Faktor razmaka pora	0,159 mm	< 0,2 mm -> Beton je otporan na smrzavanje
	Sadržaj zračnih pora	5,74 %	Ovisi o komponentama betona, dodacima, dužini miješanja betona
	Specifična površina	29,90 mm ⁻¹	> 25 mm ⁻¹ -> Beton je otporan na smrzavanje
	Kapilarno upijanje	1,0 kg/(m ² ·√h)	> 0,6 kg/(m ² ·√h) -> Veliko upijanje betona -> Loša kvaliteta betona ²
	Smrzavanje i odmrzavanje s prisustvom soli za odmrzavanje	Zadovoljava uvjete za XF4	XF4: Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom
	Vodonepropusnost	VDP3	Za VDP2 dopušteni prosječni prodor vode 15 mm -> Definira se projektom, ovisno o namjeni i izloženosti konstrukcije
	Reakcija na požar	A1	A1: Negorivi materijal; Potrebna klasa se propisuje projektom

Tabela 2. Vrijednosti deklariranih svojstava unutarnjeg betonskog sloja ECO – SANDWICHa® (50 % agregata od recikliranog betona) potrebnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake, te vrijednosti tih svojstava propisane normama ili vrijednosti preporučene od strane struke

^{1,2}Sloj betona s agregatom od recikliranog betona se nalazi s unutarnje strane ECO – SANDWICHa®, povezuje se s konstruktivnim elementima zgrade, te zbog svog položaja nije izložen vanjskim utjecajima iz okoliša i njegova trajnost nije ugrožena. Stoga, veliki koeficijent plinopropusnosti i sposobnost velikog kapilarnog upijanja vode nisu ograničavajuća svojstva za unutarnji betonski sloj ECO – SANDWICHa®, a ispitana su zbog zahtjeva Izjave o svojstvima. Valja naglasiti, da upravo zamjena agregatom od recikliranog betona (koja uzrokuje veliki koeficijent plinopropusnosti i veliko kapilarno

upijanje) značajno poboljšava toplinska svojstva betona koja su glavni faktor utjecaja na poboljšanu energetska učinkovitost zgrada izvedenih s ECO – SANDWICHom®.

U Tabeli 3 prikazane su vrijednosti ispitanih svojstava vanjskog betonskog sloja ECO – SANDWICHa® (50 % agregata od reciklirane opeke), neophodnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih istih svojstava propisane odgovarajućim normama ili vrijednosti preporučene od strane struke.

MATERIJAL	PROMATRANO SVOJSTVO	DEKLARIRANO SVOJSTVO	NAPOMENA
Beton izrađen agregatom od reciklirane opeke (50% sadržaja recikliranog agregata)	Srednja toplinska provodljivost $\lambda_{10, dry}$	0,746 W/mK	Vrijednost λ nije ograničena normama za pojedine materijale, ograničena je dopuštena U-vrijednost elemenata
	Relativni otpor difuziji vodene pare, s_d	1,40 m	Nije ograničena normama za pojedine materijale nego se ovisno o zahtjevima projekta odabiru materijali s prikladnim s_d
	Faktor otpora difuziji vodene pare, μ	29	Nije ograničena normama za pojedine materijale nego se ovisno o zahtjevima projekta odabiru materijali s prikladnim μ
	Volumenska masa u suhom stanju	1971 kg/m ³	Manja od volumenske mase običnog betona jednake čvrstoće
	Razred tlačne čvrstoće	C 25/30	Propisuje se projektom; C 20/25 dovoljan razred čvrstoće betona za uobičajne nosive konstruktivne elemente
	Modul elastičnosti (28 dana)	18,2 GPa	Propisuje se projektom
	Koeficijent plinopropusnosti	0,76 x10 ⁻¹⁶ m ²	(0,1 – 1,0)x10 ⁻¹⁶ m ² -> Srednja kvaliteta betona ³
	Faktor razmaka pora	0,114 mm	< 0,2 mm -> Beton je otporan na smrzavanje
	Sadržaj zračnih pora	10,55 %	Ovisi o komponentama betona, dodacima, dužini miješanja betona
	Specifična površina	26,13 mm ⁻¹	> 25 mm ⁻¹ -> Beton je otporan na smrzavanje
	Kapilarno upijanje	0,9 kg/(m ² · √h)	> 0,6 kg/(m ² · √h) -> Veliko upijanje betona -> Loša kvaliteta betona ⁴
	Smrzavanje i odmrzavanje s prisustvom soli za odmrzavanje	Zadovoljava uvjete za XF4	XF4: Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom
	Vodonepropusnost	VDP2	Za VDP2 dopušteni prosječni prodor vode 30 mm -> Definira se projektom, ovisno o namjeni i izloženosti konstrukcije
	Reakcija na požar	A1	A1: Negorivi materijal; Potrebna klasa se propisuje projektom

Tabela 3. Vrijednosti deklariranih svojstava vanjskog betonskog sloja ECO – SANDWICHa® (50 % agregata od reciklirane opeke) potrebnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih svojstava propisane normama ili vrijednosti preporučene od strane struke

^{3,4}Sloj betona s agregatom od reciklirane opeke se nalazi s vanjske strane ECO – SANDWICHa®, fasadni sloj, i direktno je izložen vanjskim utjecajima iz okoliša. Budući da taj fasadni betonski sloj ECO – SANDWICHa® s agregatom od reciklirane opeke ima srednji koeficijent plinopropusnosti i sposobnost velikog kapilarnog upijanja vode, zbog čega njegova trajnost može biti ugrožena, preporuča se hidrofobna impregnacija vanjskih površina ECO – SANDWICH® panela kako bi se tijekom trajanja građevine očuvala tehnička svojstva i ispunili zahtjevi određeni projektom građevine i propisima u skladu s kojima je betonska konstrukcija s ECO – SANDWICH® zidnim panelima izvedena. Valja naglasiti, da i u ovom betonsku sloju ECO – SANDWICHa®, zamjena agregatom od reciklirane opeke (koja uzrokuje srednji koeficijent plinopropusnosti i veliko kapilarno upijanje) značajno poboljšava toplinska svojstva betona koja su glavni faktor utjecaja na poboljšanu energetska učinkovitost zgrada koja se može postići ugradnjom ECO – SANDWICHa®.

U Tabeli 4 prikazane su vrijednosti ispitanih svojstava sloja toplinske izolacije ECO – SANDWICHa®, neophodnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih istih svojstava propisane odgovarajućim normama ili vrijednosti preporučene od strane struke.

MATERIJAL	PROMATRANO SVOJSTVO	DEKLARIRANO SVOJSTVO	NAPOMENA
ECOSE® mineralna vuna	Oznaka po HRN EN 13162: MW-EN 13162-T4- WS-WL(P)-AF10		
	Deklarirana toplinska provodljivost, λ_D	0,034 W/mK	Vrijednost λ nije ograničena normama za pojedine materijale, ograničena je U-vrijednost elemenata
	Faktor otpora difuziji vodene pare, μ	1	Nije ograničena normama za pojedine materijale nego se ovisno o zahtjevima projekta odabiru materijali s prikladnim μ
	Protupožarna izolacija	Negoriv materijal - klasa gorivosti A1	A1: Negorivi materijal; Potrebna klasa se propisuje projektom
	Razred tolerancije debljine	T4	-
	Vlačna čvrstoća	> dvostruke težine	-
	Otpor strujanju zraka, A _{Fr}	$\geq 10,0$ kPa·s/m ² ovisno o debljini	-

Tabela 4. Vrijednosti deklariranih svojstava sloja toplinske izolacije ECO – SANDWICHa® potrebnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih svojstava propisane normama ili vrijednosti preporučene od strane struke

U Tabeli 5 prikazane su vrijednosti ispitanih svojstava ECO – SANDWICHa® kao građevnog elementa u cjelini, neophodnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake te vrijednosti tih istih svojstava propisane odgovarajućim normama ili vrijednosti preporučene od strane struke.

MATERIJAL	PROMATRANO SVOJSTVO	DEKLARIRANO SVOJSTVO	NAPOMENA
ECO - SANDWICH® panel	Koeficijent prolaska topline (U-vrijednost)	$< 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	Maksimalna dopuštena vrijednost ovisi o vrsti građevnog dijela zgrade i debljini toplinske izolacije koja se može mijenjati ovisno o projektu
	Zvučna izolacijska moć R_w	53 dB	Minimalna vrijednost zvučne izolacijske moći R_w ovisi o vrsti pregrade i namjeni zgrade
	Plošna masa	458 kg/m^2	-
	Otpornost na požar	Element zadovoljio uvjete za razred EI90	Potrebni razred se propisuje projektom ovisno o namjeni i izloženosti konstrukcije.

Tabela 5. Vrijednosti deklariranih svojstava ECO – SANDWICHa® kao elementa u cjelini, potrebnih za izdavanje Izjave o svojstvima i CE oznake, te vrijednosti tih svojstava propisane normama ili vrijednosti preporučene od strane struke

5.2. CE oznaka ventiliranog predgotovljenog fasadnog panela ECO - SANDWICH®

Dijagram 4. prikazuje CE oznaku ECO – SANDWICHa® izdanu na temelju Izjave o svojstvima.



Dijagram 4. CE oznake ECO - SANDWICHa®

6. ZAKLJUČAK

Svaki novi građevni materijal i građevni proizvod mora proći kroz propisana ispitivanja radi dokazivanja svojstava i mogućnosti stavljanja na tržište te upotrebe u praksi. Uvođenjem Europske uredbe o građevnim proizvodima (CPR. No. 305/2011), uvjeti kontrole i osiguranja kvalitete su postrožili kriterije samih građevnih proizvoda, čime u konačnici kupci tih građevnih proizvoda imaju veće povjerenje prema proizvodima koje kupuju na tržištu Europske Unije. U ovom radu prikazan je postupak dobivanja Izjave o svojstvima te na temelju Izjave o svojstvima dobivanje CE oznake za inovativni ventilirani predgotovljeni zidni panel ECO – SANDWICH®.

Izjavom o svojstvima proizvođač ECO – SANDWICH® utvrđuje da svojstva inovativnog ventiliranog predgotovljenog zidnog panela odgovaraju navedenim svojstvima. Temeljem Izjave o svojstvima, proizvođač je dužan ispostaviti CE oznaku za svoj proizvod, kako bi se proizvod mogao plasirati na tržište. CE oznakom se izjavljuje da za predmetni proizvod postoji Izjava o svojstvima, a u objema se mogu pronaći normativna svojstva proizvoda. Svaki sudionik u proizvodnji i prodaji ECO – SANDWICH® dužan je posjedovati svu potrebnu tehničku dokumentaciju ECO – SANDWICH® (prvenstveno se misli na Izjavu o svojstvima i CE oznaku, koji dokazuju kvalitetu Građevnog proizvoda).

7. REFERENCE

- [1] International Energy Agency: www.iea.org ; (10.09.2014.)
- [2] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance)
- [3] ECO – SANDWICH: Energy efficient, recycled concrete sandwich façade panel; Grant Agreement Eco/11/304438/SI2.626301; CIP-EIP-Eco-Innovation-2011
- [4] Banjad Pecur, I.; Stirmer, N. and Milovanovic, B., 'Durability properties of recycled aggregate concrete', RILEM International workshop on performance-based specification and control of concrete durability, Zagreb, June 2014
- [5] Regulation (EU) No 305/2011 of the European parliament and of the council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC, Official Journal of the European Union L 88/5
- [6] Council Directive 89/106/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the member states relating to construction products. OJ EC, No L 40, 1989.
- [7] HRN EN 14992 - Predgotovljeni betonski proizvod
- [8] HRN EN 13369 Opća pravila za predgotovljene betonske elemente