



**ECO-SANDWICH**



**ECO-SANDWICH**

**ODRŽIVI PREDGOTOVLJENI  
PANELNI SUSTAV OD  
RECIKLIRANOG AGREGATA**

**ECO-SANDWICH** je ventilirani predgotovljeni **zidni panel izrađen od betona s recikliranim agregatom** te sloja mineralne vune proizvedene korištenjem inovativne i održive **Ecose® tehnologije**, čijom se ugradnjom smanjuje potrebna godišnja energije za grijanje i hlađenje u zgradama.

Inovativno rješenje betoniranja vanjskog sloja predgotovljenog ECO-SANDWICH zidnog panela razlikuje opisani od sličnih proizvoda i **čini ga jedinstvenim proizvodom na tržištu.**

ECO-SANDWICH paneli predstavljaju poboljšanje u odnosu na postojeće predgotovljene zidne panele: doprinose u dostizanju cilja EU do 2020. godine tzv. 20-20-20 te

**PREDSTAVLJAJU TEHNOLOŠKO RJEŠENJE ZA BRZU IZGRADNJU NISKOENERGETSKIH I GOTOVO NULA ENERGETSKIH ZGRADA, ODNOSNO OBNOVU POSTOJEĆIH ZGRADA.**

## ***ECO-SANDWICH ZIDNI PANELI SU USMJERENI NA RJEŠAVANJE KLJUČNIH PROBLEMA***

- **Smanjenje emisije stakleničkih plinova**  
povećanjem energetske učinkovitosti u zgradama, te smanjenje potrebne energije pri proizvodnji  
.....
- **Povećanje učinkovitog korištenja resursa**  
uporabom građevinskog otpada pri proizvodnji panela te korištenje otpadnog stakla pri proizvodnji Ecose® mineralne vune  
.....
- **Smanjenje korištenja reguliranih kemikalija**  
kao što su fenoli i formaldehidi u proizvodnom procesu toplinsko izolacijskih materijala

# RAZMATRANJA ODRŽIVOSTI

U usporedbi s drugim rješenjima **ECO-SANDWICH** zidni paneli **imaju povoljnije karakteristike u pogledu troškova životnog ciklusa i svojstava, uz istovremeno postizanje znatno nižeg stupnja utjecaja na okoliš.**



**UGRAĐENA ENERGIJA ECO-SANDWICH ZIDNIH PANELA JE 33,8% MANJA NEGO U SLUČAJU LAGANIH KOMPOZITNIH IZOLACIJSKIH PANELA.**

ECO-SANDWICH zidni panel posjeduje **veći toplinski kapacitet**, čime se  **smanjuje potreba za energijom za 2-15%** te je uz to moguće  **smanjiti dnevnu potrebu za hlađenjem prostora do 50%**, čime se posljedično smanjuju i emisije stakleničkih plinova.

**ECO-SANDWICH ZIDNE PANELE MOGUĆE JE PONOVRNO ISKORISTITI I U CIJELOSTI RECIKLIRATI.**

**ECO-SANDWICH ZIDNI PANELI POSTIŽU ODRŽIVI, ZDRAVI OKOLIŠ TE UGODAN ŽIVOTNI PROSTOR ZA KORISNIKE.**

Povoljna toplinska svojstva betona s recikliranim agregatom u kombinaciji s Ecose® mineralnom vunom pridonose tome da je  **vrijeme povrata energije uložene u proizvodnju proizašlo iz ušteda energije tijekom eksploatacije ECO-SANDWICH panela samo 22 mjeseca.**

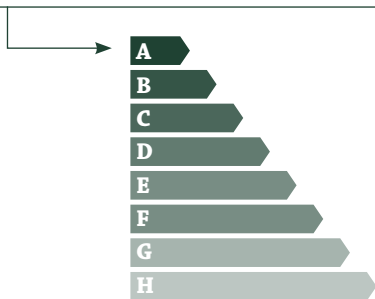
# ENERGETSKA UČINKOVITOST

Zgrade su jedan od najvećih potrošača energije i samim time imaju veliki utjecaj na okoliš, ne samo zbog potrošnje energije, nego i zbog značajnog utjecaja građevinskih materijala tijekom proizvodnje (značajna količina ugrađene energije – embodied energy) i odlaganja.

**Postojeće zgrade predstavljaju veliki potencijal** za smanjenje potrošnje energije, odnosno ekonomske uštede, a sve zbog činjenice da postoji veliki broj zgrada koji ima minimalnu ili uopće nema toplinsku zaštitu. **83% svih zgrada u Hrvatskoj koristi za grijanje 150 do 200 kWh/m<sup>2</sup>a energije za grijanje. U zemljama EU27, zgrade troše oko 40 % energije što uzrokuje 36 % emisije CO<sub>2</sub>eq plinova zemalja EU.** Zbog navedenog, zemlje EU su odlučile implementirati planove za poboljšanje energetske učinkovitosti u svoje energetske strategije te razviti zakonodavni okvir za realizaciju navedenih planova.

Toplinska provodljivost betona s **recikliranim agregatom je 36%, a betona s recikliranom opekom 45% manja** u odnosu na beton izrađen s prirodnim agregatom.

## Koeficijent prolaska topline ECO-SANDWICH zidnih panela manji je od 0,20 W/m<sup>2</sup>K.





# GRAĐEVINSKI OTPAD

Zbog velikog potencijala za recikliranje i ponovnu upotrebu, **građevinski je otpad prepoznat i određen od strane Europske komisije kao jedan od prioriteta za rješavanje**, odnosno prepoznat je kao jedan prioriteta za financiranje. Također, jedan od osnovnih ciljeva održivosti definiran u dokumentu **Agenda 21 on Sustainable Construction** je smanjenje korištenja neobnovljivih sirovina.

Odgovarajuće upravljanje građevinskim otpadom nedvojbeno će rezultirati djelotvornim i učinkovitim korištenjem prirodnih resursa i ublažavanjem utjecaja graditeljstva na okoliš.

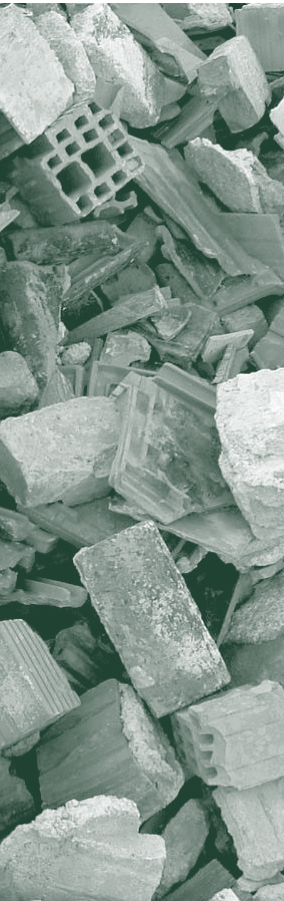
**Okvirna direktiva o otpadu** (Waste Framework Directive – WFD) zahtijeva od zemalja članica da poduzmu sve nužne korake kako bi se postigli zahtjevi da se **do 2020. godine** za ponovno korištenje, recikliranje i druge vrste uporabe materijala iz neopasnog građevinskog otpada (uključujući i postupke zatrpavanja u kojima se otpad koristi kao zamjena za druge materijale) **poveća na najmanje 70% mase ukupnog građevinskog otpada koji se generira**.

U istraživanjima u području tehnologije betona napravljen je iskorak u smjeru korištenja recikliranog agregata te se on može koristiti u kao zadovoljavajuća zamjena za agregat iz prirodnih izvora. Poznavanjem mehaničkih i trajnosnih svojstava betona izrađenih od recikliranog agregata mogu se pronaći prikladni načini njegove primjene čime bi se pridodala vrijednost materijalu koji se trenutno koristi za zatrpavanje ili se odbacuje na odlagališta otpada.

Kako bi se pratili opisani trendovi i zahtjevi za održivom upotrebom prirodnih resursa, pri proizvodnji ECO-SANDWICH zidnih panela,

**OD UKUPNE KOLIČINE AGREGATA POTREBNOG ZA IZRADU BETONA, 50 % JE ZAMIJENJENO S RECIKLIRANIM AGREGATOM DOBIVENIM IZ GRAĐEVINSKOG OTPADA.**

Ukoliko se ugradi predviđenih 75300 m<sup>2</sup> ECO-SANDWICH zidnih panela u Republici Hrvatskoj, u njihovoj proizvodnji će se iskoristiti 7328.20 t agregata od recikliranog betona i 3664.10 t agregata od reciklirane opeke, što predstavlja 16 % betonskog građevinskog otpada, odnosno 23% građevinskog otpada od opeke u Hrvatskoj, što će povećati utjecaj građevinarstva na očuvanje krajolika smanjenjem potrebe za prirodnim resursima, odnosno smanjenjem potrebe za odlaganjem građevinskog otpada.



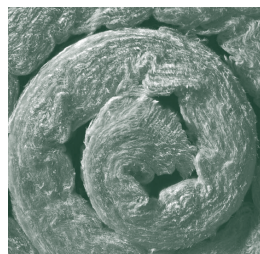
# ECOSE® TEHNOLOGIJA

**Kao toplinsko izolacijski materijal u ECO-SANDWICH-u koristi se novo razvijena mineralna vuna izrađena korištenjem Ecosse® tehnologije koja koristi prirodne smole kao vezivo. ECOSE® MINERALNA VUNA PROIZVODI SE KORIŠTENJEM RECIKLIRANIH STAKLENIH BOCA, OTPADNOG STAKLA, OTPADA NASTALOG U SAMOJ PROIZVODNJI MINERALNE VUNE, ŠTO UKUPNO ČINI DO 85 % SIROVINA KOJE SE KORISTE, DOK OSTATAK ČINI SILICIJSKI PIJESAK IZ PRIRODNIH POZAJMIŠTA.**

Prema stručnjacima BRE Green Guide-a, odnosno BREEAM sustavu, materijal **NE SADRŽI ŠTETNE TVARI POPUT FORMALDEHIDA, FENOLA, PENTANA, BUTANA I AKRILA TE JE ZA PROIZVODNJU POTREBNO DO 70 % MANJE ENERGIJE NEGO U SLUČAJU TRADICIONALNE MINERALNE VUNE** koja koristi veziva na bazi nafte.

Usporedba **Ecosse® mineralne vune** s ovcjom vunom i slamom kao toplinskoizolacijskim materijalima, prema ocjeni BRE Green Guide-a

Utjecaj na okoliš	Isolacijski materijal od staklene vune – gustoća 32 kg/m <sup>3</sup>	Ovcja vuna gustoće 25 kg/m <sup>3</sup>	Slama kao toplinski izolator
	Ocjena	Ocjena	Ocjena
Emisija CO <sub>2</sub> eq	B	B	A+
Korištenje vode	A+	A+	A+
Korištenje prirodnih resursa	A+	A+	A+
Degradacija ozonskog sloja	A+	A+	A
Toksičnost za čovjeka	A+	A+	C
Toksičnost za pitku vodu	A+	B	E
Nuklearni otpad	A+	A+	A+
Toksičnost za tlo	E	E	A
Odlaganje otpada	A+	A+	C
Korištenje fosilnih goriva	A+	A+	A+
Eutrofikacija	A+	B	C
Potencijal fotokemijskog stvaranja ozona	A+	A+	B
Potencijal stvaranja kiselih kiša	A+	A+	B
<b>Ukupna ocjena</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A</b>



U usporedbi s tradicionalnom mineralnom vunom poboljšava mikroklimu unutarnjih prostora, **PROIZVODI OD STAKLENE MINERALNE VUNE PROIZVEDENE PO ECOSE® TEHNOLOGIJI ZADOVOLJAVAJU NAJSTROŽE INDUSTRIJSKE STAN-DARDE VEZANE UZ KVALITETU ZRAKA U PROSTORIJAMA (M1/RTS Finska, GREEN-GUARD za djecu i školu TM/USA, AFSSET/Francuska)**



Ecose® mineralna vuna je certificirana kao izniman materijal u skladu s propisima o hlapivim organskim tvarima (VOC) i propisima o kvaliteti zraka u unutarnjem okolišu (Indoor Air Quality). Laboratoriji Eurofins su dodijelili Zlatni certifikat kvalitete zraka u unutarnjim prostorima za mineralnu vunu proizvedenu korištenjem Ecose® tehnologije.

Uzorkovanje, ispitivanja i ocjena su provedena prema ISO 16000-3; ISO 16000-6; ISO 16000-9; ISO 16000-11; ISO 16017-1; EN 13419

Nisu otkrivane nikakve kancerogene tvari u količini koja je veća od dopuštenih vrijednosti, uključujući i 4 kemikalije koje mogu uzrokovati rak, izmijeniti genetski materijal i naštetiti plodnosti (tzv. CMR tvari) koje su regulirane u Francuskoj<sup>3</sup>

Sadržaj formaldehida je manji od granične vrijednosti od 10 µg/m<sup>3</sup>

Ukupni sadržaj hlapivih organskih spojeva VOC (TVOC) bio je niži od graničnih vrijednosti od 1000 µg/m<sup>3</sup> nakon 3 dana i 100 µg/m<sup>3</sup> nakon 28 dana

Ukupni sadržaj poluhlapivih organskih spojeva (SVOC) nakon 28 dana je manja od granične vrijednosti od 20 µg/m<sup>3</sup>

Ocjena pojedinačnih hlapivih organskih spojeva (VOC) : R vrijednosti su niže od graničnih vrijednosti koja iznosi 1,0 za Njemački NIK (niedrigste interessierende Konzentrationen) i Francuski LCI (Lowest Concentration of Interest) popis nakon 28 dana. Ukupni sadržaj hlapivih organskih spojeva bez NIK vrijednosti i bez LCI vrijednosti je niži od 50 µg/m<sup>3</sup>

Sustav upravljanja kvalitetom i tvornički program kontrole proizvodnje zadovoljavaju sve propisane zahtjeve

Knauf Insulation mineralna vuna izrađena po ECOSE® tehnologiji je sukladna s neobaveznom EUCEB (*European Certification Board for Mineral Wool Products*) certifikacijom, te Notom Q Direktive 67/548/EEC kao dopune 97/69/EC, i stoga je oslobođena sumnje od kancerogenih efekata, te bilo koje s time povezane klasifikacije opasnosti. Vlakna staklene i kamene vune registrirana su prema REACH odredbama (**Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances**) (EC 1907:2006).



# CIP EKO-INOVIACIJE

Projekt “**Energy Efficient, Recycled Concrete Sandwich Facade Panel – ECO-SANDWICH**” odobren je za financiranje u okviru programa **CIP-EIP-Eco-Innovation 2011**.

Projekt ECO-SANDWICH je prihvaćen za financiranje kao jedan od 47 projekata u konkurenciji od ukupno 280 prijavljenih projekata iz cijele Europe.

**CIP-Eko-Inovacije** dio su Programa za poduzetništvo i inovacije (EIP) kojim se nastoji podržati inovacije i konkurentnost malih i srednjih poduzeća (SME).



**CIP-Eko-Inovacije** podupiru projekte povezane s inovativnim proizvodima, metodama i procesima kojima je cilj prevencija ili smanjenje utjecaja na okoliš ili koji pridonose optimalnoj upotrebi resursa, a financira su 50% od ukupne vrijednosti projekta.

**Veličine potencijalnog tržišta za komercijalno širenje ECO-SANDWICH zidnih panela**

**IMPLEMENTACIJOM  
ECO-SANDWICH PANELA  
OTVORENE SU NOVE  
POSLOVNE MOGUĆNOSTI,  
UZ PROMICANJE  
INOVATIVNOG I ZELENOG  
GOSPODARSTVA, ZA  
GRADNJU NOVIH  
I OBNOVU POSTOJEĆIH:**

*višestambenih zgrada,*

*obiteljskih kuća,*

*skladišta,*

*proizvodnih hala,*

*uredskih zgrada,*

*škola,*

*farmi itd...*

# SVOJSTVA PROIZVODA

ECO-SANDWICH zidni paneli razvijeni su tokom tri godine istraživanja i razvoja, pri čemu su provedena opširna ispitivanja u internim i vanjskim laboratorijima, a sve kako bi se utvrdila svojstva pojedinih komponenti kao i cijelog proizvoda.

<b>Materijal</b>	<b>Promatrano svojstvo</b>	<b>Vrijednost</b>
<b>Beton izrađen s agregatom od recikliranog betona (50% sadržaja recikliranog agregata)</b>	Srednja toplinska provodljivost pri +10 °C, u suhom stanju	0,858 W/mK
	Relativni otpor difuziji vodene pare, $s_d$	1,77 m
	Faktor otpora difuziji vodene pare, $\mu$	37
	Volumenska masa u suhom stanju	2105 kg/m <sup>3</sup>
	Razred tlačne čvrstoće	C 30/37
	Vlačna čvrstoća savijanjem (28 dana)	6,4 MPa
	Modul elastičnosti (28 dana)	33,8 GPa
	Koeficijent plinopropusnosti	$1,28 \times 10^{-16} \text{ m}^2$
	Faktor razmaka pora	0,159 mm
	Sadržaj zračnih pora	5,74 %
	Specifična površina	29,90 mm <sup>-1</sup>
	Kapilarno upijanje	1,0 kg/(m <sup>2</sup> ·√h)
	Smrzavanje i odmrzavanje s prisustvom soli za odmrzavanje	56 ciklusa
	Vodonepropusnost	VDP3
<b>Beton izrađen s agregatom od reciklirane opeke (50% sadržaja recikliranog agregata)</b>	Srednja toplinska provodljivost pri +10 °C, u suhom stanju	0,746 W/mK
	Relativni otpor difuziji vodene pare, $s_d$	1,40 m
	Faktor otpora difuziji vodene pare, $\mu$	29
	Volumenska masa u suhom stanju	1971 kg/m <sup>3</sup>
	Razred tlačne čvrstoće	C 30/37
	Vlačna čvrstoća savijanjem (28 dana)	6 MPa
	Modul elastičnosti (28 dana)	18,2 GPa
	Koeficijent plinopropusnosti	$0,76 \times 10^{-16} \text{ m}^2$
	Faktor razmaka pora	0,114 mm
	Sadržaj zračnih pora	10,55 %
	Specifična površina	26,13 mm <sup>-1</sup>
	Kapilarno upijanje	0,9 kg/(m <sup>2</sup> ·√h)
	Smrzavanje i odmrzavanje s prisustvom soli za odmrzavanje	56 ciklusa
	Vodonepropusnost	VDP2
<b>ECOSE® mineralna vuna</b>	Oznaka po HRN EN 13162: <b>MW-EN 13162-T4- WS-WL(P)-AF10</b>	
	Deklarirana toplinska provodljivost, $\lambda_D$	0,034 W/mK
	Faktor otpora difuziji vodene pare, $\mu$	1
	Protupožarna izolacija	negoriv materijal - klasa gorivosti A1
	Klasa tolerancije debljine	T4
	Vlačna čvrstoća	>dvostruke težine
	Otpor strujanju zraka, AFR	≥ 10,0 kPa·s/m <sup>2</sup> vrijednost povezana odgovarajućoj debljini d
<b>ECO-SANDWICH panel</b>	Koeficijent prolaska topline (U-vrijednost)	< 0,20 W/m <sup>2</sup> K
	Zvučna izolacijska moć Rw	53 dB
	Plošna masa	458 kg/m <sup>2</sup>



**eco-innovation** |   
WHEN BUSINESS MEETS THE ENVIRONMENT



**SUSTAV ECO-SANDWICH JE NASTAO KAO REZULTAT SURADNJE HRVATSKIH ZNANSTVENIH INSTITUCIJA I INDUSTRIJE PROVOĐENJEM INTENZIVNIH ISTRAŽIVANJA S CILJEM RAZVOJA NOVOG PROIZVODA TE UNAPREĐENJA PROIZVODNJE, A TIME I GOSPODARSTVA.**

Projekt financiran od strane Europske komisije,  
CIP EIP ECO/11/304438/SI2.626301 - ECO - SANDWICH

Datum početka: 1. rujna 2012.

Trajanje projekta: 36 mjeseci

Koordinator projekta: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Voditeljica projekta: Prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur

Adresa: Fra Andrije Kačića Miošića 26, HR – 10000 Zagreb, Hrvatska

Email: banjadi@grad.hr

Telefon: +385-1-4639-162

Fax: +385-1-4828-051

**ISBN 978-953-6272-57-0**

