



NAZIV PROJEKTA:

RAZVOJ INOVATIVNIH GRAĐEVNIH KOMPOZITA PRIMJENOM BIOPEPELA

KK.01.2.1.01.0049



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
Zavod za materijale



RAZDOBLJE PROVEDBE PROJEKTA
1.2.2019.-1.2.2023.

PARTNER:
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

O PROJEKTU:
Projekt je sufinancirala Europska unija
iz Europskog fonda za regionalni razvoj



Europska unija
Zajedno do fondova EU



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA



Biopepeo

BIOMASA

Alternativni izvor energije je biomasa, gorivo nastalo iz organskih materijala, obnovljivih i održivih izvora energije, a koristi se za stvaranje električne energije, toplinske energije i goriva za transport. Moderno društvo nastoji ograničiti iskorištavanje izvora fosilnih goriva te spriječiti globalne klimatske promjene i potencijalna onečišćenja okoliša. Posebna opasnost je porast emisije ugljikovog dioksida u atmosferi, što posljedično uzrokuje globalno zatopljenje. Prednost korištenja biomase je povećanje energetske neovisnosti, ali i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Biomasa predstavlja obnovljivi, potencijalno održiv i relativno ekološki izvor energije.

BIOPEPEO

Korištenje drvene biomase primarno je usmjereno na oslobađanje toplinske i/ili električne energije dok se pepeo nastao izgaranjem biomase smatra otpadom. Pepeo drvene biomase (BIOPEPEO) je kompleksna mješavina organskog i anorganskog sastava koji može znatno varirati.

Razlikujemo pepeo iz ložišta odnosno s dna peći i leteći pepeo (krupnije i finije frakcije).



Pepeo drvene biomase (biopepeo)

PRIMJENA BIOPEPELA U GRAĐEVNOJ INDUSTRIJI

Istraživanja pokazuju da biopepeo ima veliki potencijal primjene u betonu kao djelomična zamjena za cement ili agregat. Naime, biopepeo može imati odlična kemijska svojstva kao što su hidraulična i pucolanska aktivnost, odgovarajući mineraloški sastav te dobra fizikalna svojstva. Treba imati na umu da se svojstva biopepela znatno razlikuju ovisno o vrsti biomase i primijenjenoj tehnologiji izgaranja



Prikupljanje biopepela u energani



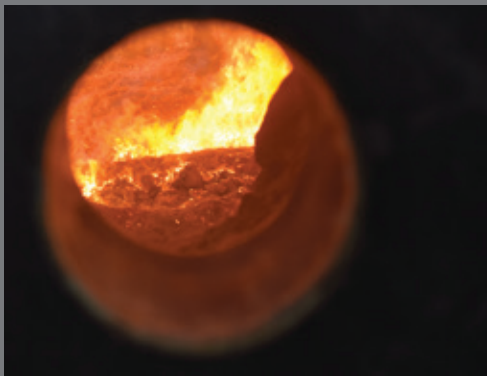
Spremnik za prikupljanje biopepela

OPĆI CILJ PROJEKTA

Doprinijeti jačanju gospodarstva primjenom istraživanja i inovacija u građevnoj industriji kroz razvoj inovativnih ekoloških proizvoda, tehnologija i poslovnih procesa. Građevni kompoziti s biopepelom predstavljaju rješenje problema odlaganja pepela drvene biomase i ekoloških problema emisija stakleničkih plinova.



Ulazak biomase u pogon



Kotao

ZAŠTITA OKOLIŠA I OČUVANJE ENERGIJE

Porastom svijesti o pitanjima zaštite okoliša i očekivanja energije, raste i interes znanstvenika, ali i tvrtki za pronalaženjem prikladnih obnovljivih izvora energije. Zaštita okoliša kroz promicanje održivog razvoja postala je jedan od važnijih interesa suvremene građevine. Takvi “zeleni” materijali, osim zadovoljavanja ekoloških standarda, moraju imati određenu kvalitetu i biti ekonomski isplativi.

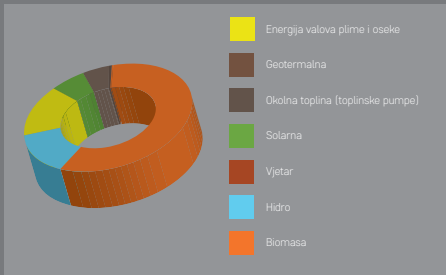
Trenutno se na području Europske unije oko 70 % pepela drvene biomase odlaze na odlagališta čime se osim financijskih troškova nepovratno zagađuje okoliš. Stoga je ovaj projekt usmjeren na ispitivanje svojstava pepela drvene mase kao zamjene dijela cementa i/ili sitnog agregata u betonu.

Inovativni proizvodi ove vrste predstavljat će rješenje problema odlaganja otpadnog pepela, smanjenje ekoloških problema odlaganja otpadnog pepela, smanjenje ekoloških problema nastalih emisijom stakleničkih plinova kao i ušteda standardnog cementa.

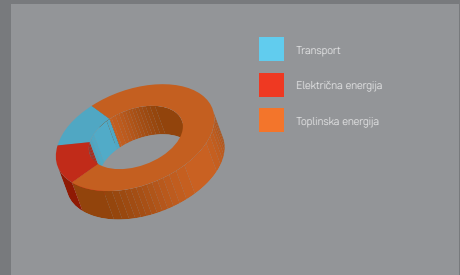


O KORIŠTENJU BIOMASE U SVIJETU

Direktivom 2018/2001/EU o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (Direktiva II), institucije Europske unije postavile su novi obvezujući cilj da udio energije iz obnovljivih izvora energije u ukupnoj konačno bruto potrošnji bude najmanje 32 % do 2030. godine. Osim toga, slijedi mogućnost klimatske neutralnosti do 2050. godine što znači da će OIE morati opskrbljivati većinu potrošnje energije, a biomasa će imati presudnu ulogu u postizanju tih ciljeva, osobito energane na krutu i plinovitu biomasu.



Raspodjela bruto konačne potrošnje obnovljive energije u EU28 2017. godine (%)



Bruto konačna potrošnja energije biomase za toplinu, električnu energiju i transport u državama članicama EU28 2017. godine (ktoe)

Biomasa je najveći pojedinačni OIE u Europi i čini gotovo 60% u ukupnoj konačnoj potrošnji obnovljive energije. Prikazana je bruto konačna potrošnja energije biomase na proizvodnju toplinske energije u udjelu od 74,2 % 2017. godine, s glavnom potrošnjom u stambenom i industrijskom sektoru. Biomasa je značajan izvor u dekarbonizaciji sektora grijanja i hlađenja koji predstavlja gotovo polovinu konačne potrošnje energije unutar EU 2017. godine.

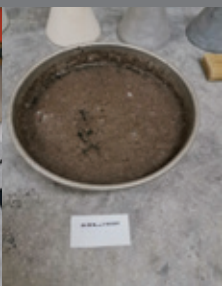
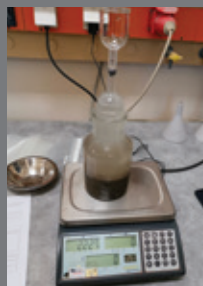
ISPITIVANJA BIOPEPELA I BETONA U SVJEŽEM I OČVRSNULOM STANJU

Ispitivanja svojstava sastavnih komponenti mješavina, odnosno biopepela, provedeno je prema normama prikazanim u tablici 1.

Ispitivanja svojstava betona u očvrnulom stanju provedena su prema normama prikazanim u tablici 2.

Tablica 1. Ispitivanje svojstava biopepela

SVOJSTVA SASTAVNIH KOMPONENTI MJEŠAVINA	NORMA
Gustoća	HRN EN 1097-6, ASTM C 188
Vlažnost	HRN EN 1097-5
Apsorpcija	HRN EN 1097-6
Granulometrijski sastav	HRN EN 933-1
Procjena čestica	HRN EN 933-10



Ispitivanje gustoće

Ispitivanje granulometrijskog sastava biopepela

Tablica 2. Ispitivanje svojstva betona s biopepelom u svježem stanju

SVOJSTVA BETONA	NORMA
Konzistencija slijeganjem	HRN EN 12350-2
Gustoća	HRN EN 12350-6
Sadržaj pora	HRN EN 12350-7



Svježi beton s biopepelom



Ispitivanje konzistencije



Mjerenje temperature



Ispitivanje gustoće



Mjerenje sadržaja pora



Uzorkovanje svježeg betona

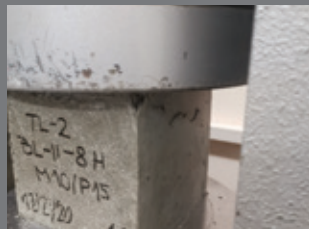
Ispitivanja svojstava betona s biopepelom u očvrslom stanju provedena su prema normama prikazanim u Tablici 3.

Tablica 3. Ispitivanje svojstava betona s biopepelom u očvrslom stanju

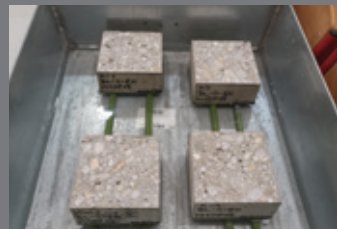
SVOJSTVA BETONA	NORMA
Gustoća	HRN EN 12390-7
Tlačna čvrstoća	HRN EN 12390-3
Kapilarno upijanje	HRN EN 13057
Upijanje vode	HRN EN 1340
Vodonepropusnost – dubina prodora vode pod tlakom	HRN EN 12390-8
Mikroskopska analiza	HRN EN 480 - 11
Otpornost na smrzavanje/odmrzavanje oštećenje unutarnje strukture XF3 (M100)	HRN CEN/TR 15177
Otpornost na cikluse smrzavanja/odmrzavanja (56 ciklusa)	HRS CEN/TS 12390-9:2016
Otpornost na habanje	HRN 1128
Procjena otpuštanja opasnih tvari (izluživanje teških metala)	HRS CEN/TS 16637-2



Ispitivanje gustoće



Ispitivanje tlačne čvrstoće



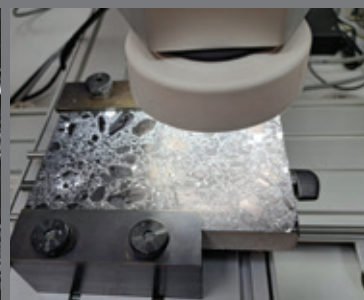
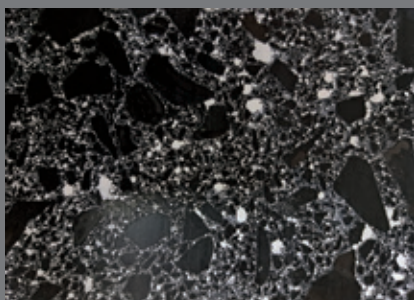
Ispitivanje kapilarnog upijanja



Ispitivanje vodonepropusnosti



Ispitivanje upijanja vode



Mikroskopska analiza



Ispitivanje otpornosti na cikluse zamrzavanja i odmrzavanja



Ispitivanje otpornosti na habanje

SHEMATSKI PRIKAZ DOBIVANJA BETONA



DRVNA BIOMASA



ENERGANA NA BIOMASU



BIOPEPEO



GRAĐEVNI PROIZVOD



ISPITIVANJE SVIJEŽEG I OČVRSNULOG BETONA



ISPITIVANJE



DOZIRANJE BIOPEPELA



PRIPREMA OPLATE / KALUPA



UGRADNJA BETONA
U KALUPE

PRIMJENA BIOPEPELA U PROIZVODNJI SKOŠENOG (GLATKOG) CESTOVNOG RUBNJAKA DIMENZIJA 100 X 18 X 24 cm

Betonski rubnjak predstavlja predgotovljenu betonsku jedinicu koja služi za odjeljivanje površine različitih visina i karaktera namjene (razdvajanje, fizičko ili vizualno ocrtavanje, odvodnju ili zadržavanje asfaltiranih površina ili drugih površina). Proizvođač utvrđuje da se građevni proizvod nalazi u usklađenom području budući da norma HRN EN 1340 ima dodatak ZA kojim se određuju bitne značajke proizvoda u odnosu na temeljne zahtjeve za građevinu te propisuje svojstva građevnog proizvoda i metode i kriterije ocjenjivanja svojstava proizvoda u odnosu na navedene bitne značajke. U tu svrhu promatran je utjecaj zamjene dijela cementa biopepelom u udjelu od 15 % prema planu uzorkovanja i kriterijima sukladnosti za početno i daljnje ispitivanje tipa kako bi se potvrdilo da postignuta svojstva inovativnog građevnog proizvoda zadovoljavaju zahtjeve propisane normom HRN EN 1340:2004, HRN EN 1340:2004/AC:2007.



Gotovi proizvodi



Sušara gotovih proizvoda

Plan uzorkovanja i kriteriji za početno i daljnje ispitivanje tipa skošenog (glatkog) cestovnog rubnjaka dimenzija 100 x 18 x 24 cm s 15 % biopepela kao zamjene dijela cementa HRN EN 1340:2004, HRN EN 1340:2004/AC:2007

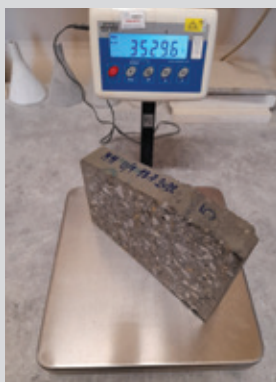
Svojstvo	Metoda ispitivanja	Broj rubnjaka	Kriteriji ocjenjivanja svojstva
Vizualni pregled	Dodatak J	8	Niti jedan rubnjak ne smije imati pukotine, ljuštenje ili delaminacije
Debljina zaštitnog sloja	C.6	8	Svaki rubnjak mora zadovoljavati zahtjeve
Oblik i dimenzija	Dodatak C	8	Svaki rubnjak mora zadovoljavati zahtjeve
Čvrstoća na savijanje	Dodatak F	8	Niti jedan rubnjak ne smije imati čvrstoću na savijanje manju od karakteristične vrijednosti određene razredom
Otpornost na habanje (samo razredi 3 i 4)	Dodatak G ili H	3	Svaki rubnjak mora zadovoljavati zahtjeve
Otpornost na vremenske utjecaje – razred 2	Dodatak E	3	Niti jedan rubnjak ne smije imati upijanje vode veće od 6 % po masi
Razred 3	Dodatak D	3	Srednja vrijednost od 3 rubnjaka ne smije biti veća od 1,0 kg/m ² te nijedan pojedinačni rezultat ne smije biti veći od 1,5 kg/m ²



Provjera dimenzija proizvoda



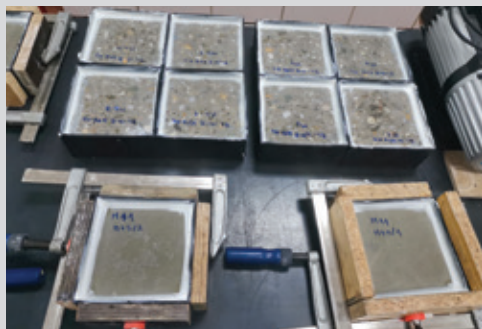
Ispitivanje čvrstoće na savijanje na uzorcima cestovnih rubnjaka u proizvodnom pogonu Beton-Lučko RBG d.o.o.: a) provedenje ispitivanja; b) slom uzorka rubnjaka



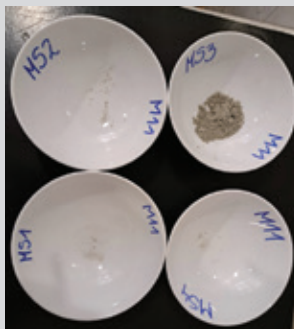
Određivanje upijanja vode



Ispitivanje otpornosti na habanje



Ispitivanje otpornosti na cikluse zamrzavanja i odmrzavanja



PRIMJENA BIOPEPELA U PROIZVODNJI PROJEKTIRANOG BETONA ZA POČETNO ISPITIVANJE TIP A BL-II-8H BP

Odvodna kanalica TIP I, odnosno HŽ kanalica TIP II predstavlja linijski odvodni kanal za sakupljanje i odvodnju oborinskih voda za prometna i pješačka područja. U tu svrhu promatran je utjecaj zamjene dijela agregata biopepelom u udjelu od 15 % u projektiranom betonu za početno ispitivanje tipa BL-II-8H BP oznake M3 na relevantna svojstva u svježem i očvrslulom stanju deklariranim od proizvođača Beton-Lučko RBG d.o.o.



HŽ kanalice TIP II izrađene od projektiranog betona za početno ispitivanje tipa BL-II-8H BP u pogonu tvornice Beton-Lučko d.o.o.



Nanošenje vertikalnog opterećenja (lijevo) i senzor za detekciju i mjerenje širine pukotine (desno)

DEMONSTRACIJSKI PROJEKT

Provedenim projektom potvrđena je prikladnost primjene odabrane vrste biopepela u proizvodnji skošenog (glatkog) cestovnog rubnjaka dimenzija 100 x 18 x 24 cm kao djelomične zamjene cementa u udjelu od 15 %, kao i primjene biopepela kao djelomične zamjene sitnog agregata frakcije 0/4 mm u udjelu od 15 % u proizvodnji projektiranog betona za početno ispitivanje tipa BL-II-8H BP koji se koristi za izradu proizvoda HŽ kanalice TIP II. Ukupno je ugrađeno 9 komada rubnjaka i 9 komada kanalice na površini demonstracijskog polja od 20,3 m². Na pripremljenu nosivu podlogu debljine 20-tak cm nabijenog agregata stavljen je zemljovlažni beton debljine 10-15 cm. Rubnjaci su ugrađeni pomoću kliješta za bočni prihvata s gumenim podloščima kako bi se izbjegla oštećenja prilikom ugradnje, nabijanjem gumenim čekićem. Dodatno su učvršćeni ugradnjom betona sa vanjske strane do 2/3 visine rubnjaka. Rubnjaci su postavljeni razmakom od 1 cm koji je zapunjujen cementnim mortom. Odvodne kanalice su također postavljene na pripremljenu nosivu podlogu bez razmaka u zemljovlažni beton te su po pravcu nivelirane.



Ugradnja skošenog (glatkog) cestovnog rubnjaka dimenzija 100 x 18 x 24 cm u pogonu tvornice Beton – Lučko RBG d.o.o.



Cestovni skošeni rubnjak (glatki) dimenzija 100 x 18 x 24 cm



HŽ kanalica TIP II

REZULTATI PROJEKTA

Razvijeni su inovativni ekološki građevni proizvodi primjenom biopepela u betonu: cestovni rubnjak 100 x 18 x 24 cm i HŽ kanalica TIP II, kao rezultat djelatnosti istraživanja, razvoja i inovacija (IRI).

Primjenom biopepela unaprijeđen je tehnološki proces proizvodnje betona.

Ostvarena je izvrsna suradnja s Građevinskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu kao znanstveno istraživačkom institucijom u primijenjenim istraživanjima i provedenim ispitivanjima.



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
Zavod za materijale



INFORMACIJE O PROJEKTU:

Projekt „Razvoj inovativnih građevnih kompozita primjenom biopepela,, broj ugovora KK.01.2.1.01.0049 provodi Beton – Lučko RBG d.o.o

DODATNE INFORMACIJE O TVRTKI I PROJEKTU:

www.betonlucko.hr

www.betonlucko.hr/razvoj-inovativnih-gradjevnih-kompozita-primjenom-biopepela.html

ZA VIŠE INFORMACIJA O EU FONDovima:

web stranica Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije:

www.strukturnifondovi.hr



Europska unija
Zajedno do boljšava EU



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA