

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek

Vladimira Preloga 3, Osijek

www.gfos.unios.hr

Više informacija o EU fondovima nalazi se na web stranici Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije www.struktumifondovi.hr.



Z²GRADE

Razvoj i primjena naprednih građevinskih materijala za izgradnju zdravih zgrada: zaštita od neionizirajućeg zračenja

KK.01.1.1.04.0105. I 2019-2022

Nositelj projekta: Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Damir Varevac



**Projekt je sufinancirala Europska unija iz
Europskog fonda za regionalni razvoj**

Voditelj projekta:

- Prof. dr. sc. Damir Varevac

Početak i završetak projekta:

- 20. 12. 2019. – 19. 12. 2022.

Vrijednost projekta: 7.205.748,64 kn

Bespovratna sredstva: 6.067.787,10 kn

Sadržaj brošure isključiva je odgovornost
Građevinskog i arhitektonskog fakulteta Osijek

Partneri:

1. Fakultet elektrotehnike, računarstva i
informatičkih tehnologija, Sveučilište
Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku



2. Odjel za kemiju, Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku



3. Odjel za matematiku, Sveučilište Josipa
Jurja Strossmayera u Osijeku



4. Fakultet građevinarstva, arhitekture i
geodezije, Sveučilište u Splitu



○ PROJEKTU...

Projektna ideja započela je istraživanjem tržišta tvrtki koje se bave proizvodnjom glinenih opeka i predgotovljenih elemenata, te smo došli do spoznaje kako na tržištu u RH trenutno ne postoje gotovi građevinski proizvodi kojima bi se postigla učinkovita zaštita od elektromagnetskog zračenja. Na temelju brojnih studija utjecaja elektromagnetskih polja (EMP) na ljudsko zdravlje, mnoge države u svijetu reagirale su novim propisima i zakonima kojima se ograničavaju razine EMP i uvode posebni zahtjevi u pogledu njihovih izvora. Prema klasifikaciji Svjetske zdravstvene organizacije, radiofrekvencijska polja svrstana su u u grupu mogućih uzročnika karcinoma mozga.

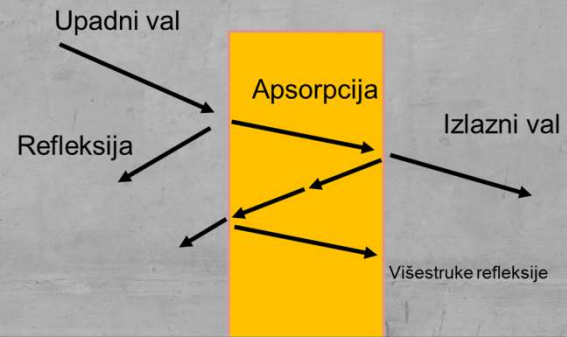
Napredni materijali su temelj za izgradnju stambenih, javnih i poslovnih objekata sa izuzetno niskim nivoom jakosti elektromagnetskog polja što se odražava na povećanje nivoa zaštite zdravlja stanovništva (zaštite od EMZ), posebno najosjetljivijih skupina: djeca, trudnice, bolesnici i starije osobe. I u RH ovo je područje zakonski regulirano Zakonom o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (NN br.91/2010) i Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN br. 146/2014) kojima se propisuju granične razine EMP s frekvencijama do 300 GHz.

Ovaj projektni prijedlog rezultirati će izradom naprednog građevinskog materijala čija će primjena u gotovim betonskim i glinenim elementima konstrukcije omogućiti veliku apsorpciju elektromagnetskog zračenja, te utječe na područje zaštite okoliša važno za održivi razvoj: zaštitu zraka kao čimbenik zdravlja i kvalitete života. Projekt se provodi kroz faze industrijskog i eksperimentalnog razvoja, a rezultat aktivnosti obje faze je izrada i razvoj novog proizvoda. Na tržištu ne postoji sličan proizvod i time bi se riješio tržišni nedostatak s velikim potencijalom patentiranja rezultata. Eksperimentalni razvoj će uključivati izradu novog proizvoda na stvarnim proizvodnim linijama u tvorničkom okruženju.

Rezultat će biti konačna izrada modela prostorije izrađenom od prototipa opeke i AB zidova. Na tim modelima, mjerenjima će se dokazati temeljna hipoteza učinkovitosti novih materijala pri smanjenju intenziteta EM polja. Provedenim aktivnostima nabave najnovije istraživačke opreme kao i provođenjem istraživanja te izrada novih građevinskih, kompozitnih materijala s velikom apsorpcijom elektromagnetskog zračenja osnažuje se suradnja istraživačkog i poslovnog sektora. Provedba projektnih aktivnosti planira se najvećim dijelom na području Osječko-baranjske županije. Od ukupno pet partnera – suradničkih institucija na projektu četiri se nalaze u Osječko-baranjskoj županiji.

Zaštita elektromagnetskih polja ponekad može biti zahtjevan zadatak. Na elektromagnetska svojstva materijala utječu mnogi čimbenici: debljina materijala, električna vodljivost, poroznost, temperatura, magnetizam itd. Ukupna zaštita od elektromagnetskog zračenja sastoji se od apsorpcije (SE_A), refleksije (SE_R) i višestruke refleksije (SE_M) unutar materijala. Kada upadni val dođe u kontakt s površinom, jedan dio zračenja se reflektira. Refleksija upadnog vala nakon kontakta s površinom medija nastaje nakon značajne razlike između impedancije zaštitnog materijala i upadnog vala. Refleksija ponekad može biti nepoželjna okolini i ljudima. Zbog toga je slaba refleksija ponekad atraktivna sa sigurnosnog stajališta. Drugi dio zaštite od elektromagnetskog zračenja je apsorpcija. Debljina materijala igra važnu ulogu. Što je materijal deblji, to će biti veća interakcija između valova i materijala. Nakon apsorpcije elektromagnetskog zračenja, uslijed pretvorbe energije (iz elektromagnetske energije u toplinsku), nastaje toplina. Višestruke refleksije najmanje utječu na EM zaštitu. Materijali koji su porozniji ili imaju slojeve imat će i veću komponentu višestruke refleksije. Ako je gubitak apsorpcije manji od 10 dB, doprinos višestruke refleksije može se zanemariti. Ukupni prijenos (SE_T) može se izraziti kao

$$SE_T = SE_A + SE_R + SE_M$$



Da bi se postigla dobra elektromagnetska zaštitna svojstva materijala, potrebno je razumjeti principe interakcije električnog i magnetskog polja s materijalom. Apsorpcija nekih materijala je kontrolirana vodljivošću, permeabilnosti i debljinom materijala, dok je refleksija kontrolirana vodljivošću i permeabilnosti. Magnetska svojstva materijala doprinose apsorpciji materijala zbog interakcije magnetskog polja s magnetskim dipolom u materijalu. Za nemagnetske materijale, visoka vodljivost materijala općenito se smatra jednim od najvažnijih čimbenika koji omogućavaju uspješnu EM zaštitu. Pomoću uređaja mrežnog analizatora moguće je mjeriti refleksiju i prijenos elektromagnetskog signala, poznate kao parametri raspršenja (S-parametri).

GLINENA OPEKA S POBOLJŠANOM OTPORNOSTI NA PRODOR EM ZRAČENJA

Budući da glinena opeka ima visoku električnu otpornost oko $10^6 \Omega\text{m}$, ne može se koristiti kao materijal za učinkovitu zaštitu od EM zračenja.

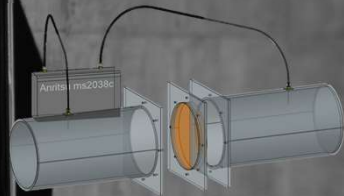


Kako bi se smanjio električni otpor, učinkoviti način povećanja EM zaštite jest dodavanje vodljivih punila u glinu.

Korišteni dodatci u glini za poboljšanje elektromagnetskog zračenja su:

- Leteći pepeo
- Titanijev dioksid (3 vrste)
- Karbonske nanočestice
- Cink ferit
- Maghetit
- Antimon kositar oksid

Prva faza eksperimenta uključuje izradu glinenih pločica s dodatcima (1% - 5% i 10%) na temelju čega se donosi zaključak o optimalnom dodatku.



Na temelju rezultata transmisije, definira se najučinkovitiji dodatak te slijedi izrada kompozitnih punih opeka s definiranim dodatkom od 10%.

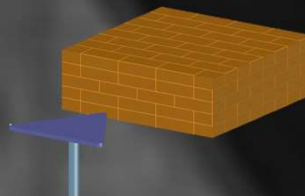


Mjerenje smanjenja transmisije žiđa od kompozitnih opeka na otvoru dimenzija 60 cm x 60 cm.



Testiranje mehaničkih svojstava žiđa.

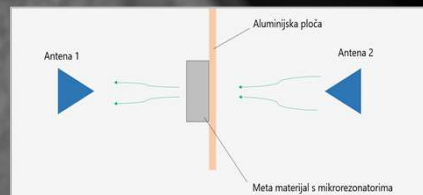
Ispitivanje EM zaštite na modelu simulirane prostorije i donošenje zaključka o ukupnoj zaštiti na temelju rezultata.



BETONSKI KOMPOZIT S POBOLJŠANOM OTPORNOSTI NA PRODOR EM ZRAČENJA

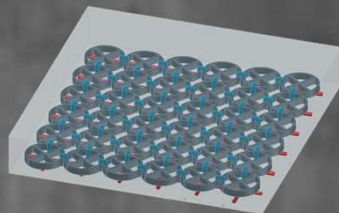
Kao i opeka, beton ima visoku električnu otpornost ($10^6 \Omega\text{m} - 10^9 \Omega\text{m}$) te se ne može koristiti kao materijal za učinkovitu zaštitu od EM zračenja.

Prva faza uključuje numeričku analizu čeličnih mikrorezonatora. Variirajući oblik, debljinu i razmake, odabiru se dva modela mikrorezonatora za koje će se testirati uspješnost EM zaštite u betonu.



S ciljem poboljšanja EM zaštite, u samozbijajući beton postavlja se sustav mikrorezonatora koji se polaže na armaturu.

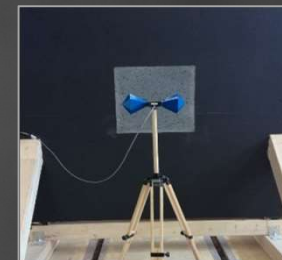
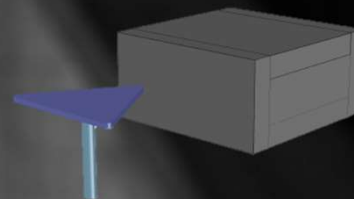
Ekperimentalnim ispitivanjem testira se učinkovitost zaštite oba sustava ugrađivanjem u betonske blokove dimenzija 60 cm x 60 cm.



Na temelju rezultata zaštite definira se najučinkovitiji model mikrorezonatora.



Ispitivanje EM zaštite na modelu simulirane prostorije i donošenje zaključka o ukupnoj EM zaštiti na temelju rezultata.



Ispitivanje mehaničkih svojstava samozbijajućeg betona i betonskog kompozita



S u r a d n j a s g o s p o d a r s t v o m

Wienerberger sa svojih 150 godina postojanja čini jednu od najstarijih tvrtki u sektoru građevinskih materijala u Europi. U Hrvatskoj je već 25 godina jedan od vodećih proizvođača opeke, fasadne opeke, plastičnih i keramičkih cijevnih sustava kao i betonskih i glinenih opločnika.



Wienerberger Hrvatska

Zuber d.o.o. je tvrtka iz Višnjevca pored Osijeka čija je primarna djelatnost izvedba građevinskih radova. Tvrtka je osnovana 1992. godine.

ZUBER

Zuber d.o.o.

Metal Lovrečić je tvrtka osnovana 2022 godine. Primarna djelatnost tvrtke je izrada čeličnih konstrukcija, što obuhvaća zavarivanje, mehaničke spojeve, antikorozivnu zaštitu te su jedni od rijetkih certificiranih proizvođača čeličnih konstrukcija

 **Metal Lovrečić**

Metal Lovrečić d.o.o.

Našicecement d.d. je tvrtka u vlasništvu Nexe grupe koja danas predstavlja jednu od značajnijih gospodarskih subjekata u Hrvatskoj. Predstavljaju drugu cementaru po veličini s godišnjom proizvodnjom od preko 1 milijun tona cementa.

nexe
GRUPA

Našicecement d.d.