

<sup>1</sup>Dominik Načinović, <sup>2</sup>Ivan Rimac, <sup>2</sup>Virna Višković-Agušaj

<sup>1</sup>Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

<sup>2</sup>Voditelj procesa i kontrole kvalitete, Holcim (Hrvatska) d.o.o.

<sup>2</sup>Direktorica Centra za inovacije i projekte, Holcim (Hrvatska) d.o.o.

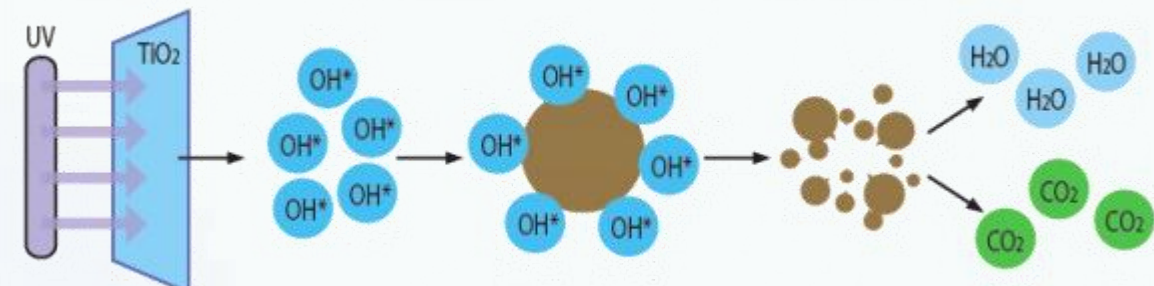
## Uvod

Općenite karakteristike ECO betona:

- Čišćenje površine betonskih konstrukcija
- Čišćenje okolnog zraka
- Dugotrajno održavanje prirodnog izgleda betona
- Sprječava rast algi i gljivica
- Smanjuje koncentraciju ispušnih plinova, NOx, hlapivih organskih tvari

Ovaj rad prikazuje ispitivanje betona s dodanom fotokatalitičkom komponentom, TiO<sub>2</sub>, pri čemu su proučavane karakteristike te vrste ECO betona.

**Mehanizam fotokatalitičkog djelovanja TiO<sub>2</sub>:** kada TiO<sub>2</sub> apsorbira UV zračenje valentni elektron postaje pobuđen i prelazi u vodljivu vrpcu. Tada nastaje negativan elektron i pozitivna elektronska šupljina. Elektron može reagirati s kisikom i stvoriti superoksidne radikale, dok šupljina reagira s vodom i stvara hidroksilne radikale. Ti radikali oksidiraju organske molekule i tako čiste beton i okolinu.



Slika 1. Shematski prikaz fotokatalitičkog djelovanja TiO<sub>2</sub>

Sve veće potrebe za novim, inovativnim i ekološki osvještenim proizvodima, dovele su do razvoja ECO betona u Holcimu.

**Ciljevi projekta:**

- Ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti TiO<sub>2</sub>
- Provjera efikasnosti samočišćenja ECO betona u različitim uvjetima izloženosti
- Optimizacija recepture betona
- Ispitivanje moguće primjene

## Rezultati

Svi uzorci spadaju u S2 razred konzistentnosti betona.

Tablica 2. Test konzistentnosti (eng. slump test):

U1K1	U1K2	U1K3	U2K1	U2K2	U3K3	KONT
80mm	70mm	70mm	80mm	80mm	90mm	90mm

Provjera efikasnosti samočišćenja betona provedena je koristeći organsku boju metilen plavo.

Tablica 3. Promjena intenziteta boje nakon 30 dana:

U1K1	U1K2	U1K3	U2K1	U2K2	U2K3	KONT

Najbolji rezultati vidljivi su na uzorku U2K1, gdje je obojenje nakon 30 dana gotovo neprimjetno. To je uzorak pripremljen s najmanjom koncentracijom suspenzije TiO<sub>2</sub> koja ima veće čestice.

Na tom uzorku provedeno je ispitivanje čvrstoće betona koje pokazuje isti razred čvrstoće C45/55, kao i kontrolni uzorak.

U ovoj fazi projekta nije obrađen utjecaj TiO<sub>2</sub> na razvoj algi, obzirom da je za to potreban duži vremenski period.

## Eksperimentalni dio

Za izradu betonskih ploča korišteni su:

- Holcim Lumen® cement
- agregat 0/4 i 4/8 mm iz Holcimovog kamenoloma u Šumberu
- dvije suspenzije TiO<sub>2</sub> različitih veličina čestica u tri koncentracije

Sva laboratorijska ispitivanja provedena su u akreditiranom Laboratoriju za beton i agregat:

- na betonskim kockama (ispitivanje mehaničkih svojstava betona)
- granulometrija agregata
- test konzistentnosti

Terenska ispitivanja provedena su na:

- 7 betonskih uzoraka u moru (ispitivanje utjecaja na razvoj algi)
- 7 betonskih uzoraka za ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti indikatorskom bojom
- 7 betonskih uzoraka izloženih vanjskim uvjetima

Tablica 1. Nazivi uzoraka

	TiO <sub>2</sub> A	TiO <sub>2</sub> B	Kontrolni
Konc. 1	U1K1	U2K1	KONT
Konc. 2	U1K2	U2K2	
Konc. 3	U1K3	U2K3	



Slika 2. Test konzistentnosti



Slika 3. Betonske ploče u moru



Slika 4. Betonske ploče za ispitivanje

## Zaključak

Dobiveni rezultati pokazuju da:

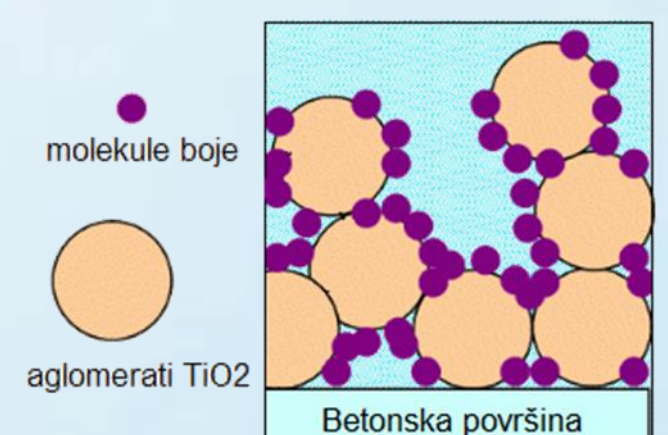
- dodatak TiO<sub>2</sub> ne utječe na razred konzistencije i čvrstoće betona
- efikasnost samočišćenja ovisi o veličini čestica i koncentraciji TiO<sub>2</sub>

ECO beton ovih karakteristika samočišćenja svoju primjenu nalazi u:

- Pločnicima i kolnicima
- Urbanim betonskim konstrukcijama
- Automobilskim prilazima i parkiralištima
- Elementima parkovne arhitekture

**Utjecaj veličine čestica TiO<sub>2</sub> na efekt samočišćenja:**

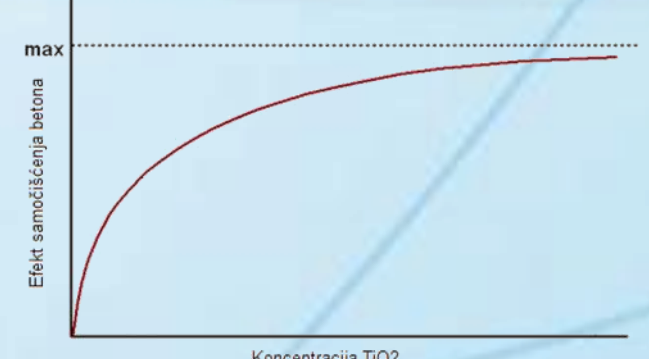
Veće čestice TiO<sub>2</sub> stvaraju manje aglomerate, većih pora koji su onda bolje raspodijeljeni (raspršeni) na površini. Takvom konfiguracijom predstavljaju barijeru za velike molekule organskih tvari, poput metilena plavo.



Slika 5. Shematski prikaz djelovanja TiO<sub>2</sub> u dodiru s organskim molekulama

**Utjecaj koncentracije TiO<sub>2</sub> na efekt samočišćenja:**

Nakon postizanja optimalnog udjela TiO<sub>2</sub>, daljnje povećanje ne doprinosi efektu samočišćenja. Takav način djelovanja ide u prilog daljnjoj optimizaciji recepture u vidu smanjenja troškova proizvodnje ove vrste betona.



Slika 6. Graf ovisnosti koncentracije TiO<sub>2</sub> o efektu samočišćenja