

**ANALIZA EMISIJA CO₂ U GRAĐEVINSKOJ INDUSTRIJI UZ POMOĆ BIM
TEHNOLOGIJE****ANALYSIS OF CO₂ EMISSIONS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY USING BIM
TECHNOLOGY**Stefan Čumić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste implementacija BIM-a u analizi gasova efekta staklene bašte u svim fazama projekta. Analizirane su sve faze od projektovanja pa do same eksploatacije objekta. Za analizu gasova korišćen je BIM program gde je napravljen model postojeće kuće, uzeti su u obzir svi faktori u fazi materijalizacije, a ta faza obuhvata proizvodnju elemenata, transport materijala i izgradnju na licu mesta.

Ključne reči: Zbornik FTN, Studentski radovi, BIM, gasovi staklene bašte

Abstract – The subject of this paper is the implementation of BIM (Building Information Modeling) in the analysis of greenhouse gas emissions throughout all phases of the project. All phases, from design to the actual operation of the building, have been analyzed. BIM software was used for the gas analysis, where a model of an existing house was created. All factors in the materialization phase were taken into account, including the production of elements, material transport, and on-site construction.

Keywords: Proceedings of the FTS, Student papers, BIM, Greenhouse Gas Emissions

1. UVOD

Pojedina trenutna istraživanja fokusiraju na korišćenje BIM tehnologije za upravljanje potrošnjom energije u objektu, međutim postoji malo istraživanja o upotrebi BIM-a za procenu emisije ugljenika u zgradama koje daju rezultate koji su lokalizovani i u realnom vremenu.

Ovaj rad uključuje pregled literature o trenutnim upotrebama, nedostacima i mogućim budućim upotrebama BIM-a u cilju smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte. Klimatske promene i nestašica energije postali su problemi na nivou celog sveta. Suočavajući se sa ozbiljnim ekološkim problemima, razvoj zelenih zgrada je suštinski deo rešavanja ograničenja resursa i postizanja održivosti.

Razlog ovome je uglavnom zato što je građevinska industrija odgovorna za preko 40% ukupne globalne potrošnje energije, kao i za 33% emisije gasova sa

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Peško, vanr. prof.

efektom staklene bašte, a postoji mnogo prostora za uštedu energije i smanjenje emisija kroz održivi dizajn u poređenju sa drugim industrijama.

Poboljšanje energetske efikasnosti kao i ekološki učinak zgrada je značajan deo razvoja zelenih zgrada i niskokarbonskih eko-gradova, kojima treba posvetiti dodatnu pažnju.

2. ANALIZA**2.1. Objekat koji je analiziran**

Za analizu emisija je uzet prodični objekat na Zlatiboru, spratnosti P+0. Bruto površina objekta je 215 m². Kako bi se izračunale emisije CO₂ prilikom izgradnje objekta neophodno je izračunati količine materijala ugrađenih u objekat. Kako bi se na što precizniji i lakši način došlo do predmeta radova korišten je softver Allplan. Allplan je BIM softversko rešenje za arhitekturu, inženjering i konstrukciju koje podržava i integriše proces projektovanja i izgradnje kroz sve faze projekta. Integrisanu cloud tehnologiju za efikasnu saradnju, koordinaciju i isporuku uspešnijih projekata.

2.2. Izveštaji iz Allplana

Kada se definiše BIM model, Allplan automatski vrši izveštaj o količinama materijala ugrađenih u objekat. Te informacije o materijalima se moraju zadati prilikom modelovanja.

Allplan BCM - KOLIČINE					ALLPLAN
Kód	Element-ID	Opis	Kratki t. Funkcija	Uračunata površina	Količina Jed.
		beton			80.034 m ³
		crep			249.114 m ²
		giter blok			227.838 m ²
		termoizolacija			11.418 m ³
10					1622.188 kg
12					1711.468 kg
14					414.825 kg
16					79.316 kg
8					1766.334 kg
		PVC folija			189.228 m ²
		Q188A			1628.753 kg
		Q335A			1183.275 kg
		beton			61.984 m ³
		drvo			532.128 m
		drvo fasada			0.795 m ³
		kermaka			9.147 m ²
		maltar			456.387 m ²
		parna brana			247.944 m ²
		parna brana			223.903 m ²
		plociće			49.296 m ²
		presovani ekstrudirani polistiren			189.228 m ²
		produzeni maltar			6.623 m ³
		termoizolacija			223.682 m ²

Slika 1. Izveštaj iz programa

Količine pojedinih građevinskih materijala koji su ugrađeni u objekat koji je predmet istraživanja su prikazani na slici 1.

2.3. Analiza izveštaja

Količine iz izveštaja datog na slici 1. koriste se dalje za proračun gasova u fazi materijalizacije. Time se dobijaju emisije nastale prilikom njihove proizvodnje.

Na te količine emisija, dodaju se još emisije koje nastaju prilikom samog prevoza materijala i same izgradnje na licu mesta.

Množenjem količina materijala i odgovarajućih faktora emisijonih gasova izgrađunava se količina CO₂ nastalih proizvodnjom materijala što je prikazano na tabeli 1.

Tabela 1. Količina gasova nastala proizvodnjom materijala

Материјал	Количина (t)	Фактор генерисаних гасова (t/t)	CO ₂ (t)
Бетон	352.5	0.242	85.305
Цреп	11.4	2.330	26.562
Гитер блок	14	2.330	32.62
Арматура	5.594	0.200	1.120
РВС фолија	0.01	2.610	0.030
Дрво	3.88	0.200	0.776
Керамика	0.58	0.0404	0.023
Малтер	16.74	0.126	2.109
Парна брана	0.07	2.610	0.183
Пресовани екструдирани полистирен XPS	0.11	2.550	0.280
Термоизолација EPS	0.7	2.550	1.785

štetnih gasova različitim vrstama materijala. Različitim vrstama materijala. Beton i čelik su dva glavna izvora tokom faze materijalizacije. Stoga je smanjenje i izbegavanje otpada betona i čelika od ključnog značaja za smanjenje gasova u građevinskoj industriji.

Koristeći efikasno sredstvo za redukciju vode u procesu proizvodnje betona, potrošnja cementa može da se smanji. Ovo ne samo da može doprineti smanjenju stvaranja gasova, već može i da poboljša čvrstoću betona. Pored toga, materijali poput kamena, cigla i peska su takođe značajni za smanjenje štetnih gasova tokom faze materijalizacije.

Ukupna količina CO₂ u fazi materijalizacije se dobija sabiranjem količina gasova određenih materijala.

CO₂ ukupno u fazi materijalizacije = 150.793 t

Do količine CO₂ koja nastaje u fazi transporta se dolazi na osnovu količine materijala, rastojanja građevinskog stovarišta ili fabrike betona do gradilišta i načina transporta. Da bi se pojednostavio proračun, rastojanje za sve materijale je postavljeno da bude 4 km.

Drumski je transport materijala. Količina CO₂ generisana usled transporta materijala se dobija kao proizvod količine gasova nastalih u fazi proizvodnje, faktora emisije ugnjenika i rastojanja.

CO₂ prilikom transporta = 150.793 x 1.68 x 10⁻⁴ x 4 = 101.33 t

Emisija gasa CO₂ koji nastaje na gradilištu usled izgradnje dobija se na osnovu površine objekta i faktora emisije gasova koji je na osnovu istraživanja Kineske

Akademije za inženjstvo usvojen da bude 34.78 t/m² [1].

CO₂ prilikom izgradnje = 215 m² x 34.78 t/m² = 7.37 t

Ukupna količina CO₂ prilikom izgradnje objekta = 150.793 t + 101.33 t + 7.37 t = 259.5 t .

2.4. Redukcija gasova usled odabira materijala

Odabir materijala sa manjom emisijom CO₂ može biti još jedan način smanjenja ukupne emisije gasova u građevinskoj industriji. Materijali za izolaciju, kao što su staklena ili mineralna vuna, mogu biti smanjenje potrebe za grejanjem i hlađenjem, što može smanjiti emisije CO₂ tokom faze upotrebe zgrade.

Alternativni materijali sa manjim uticajem na životnu sredinu, kao što su drvo, prirodni materijali i materijali recikliranog porekla, takođe mogu biti korisni za smanjenje emisije gasova izazvane proizvodnjom i transportom materijala. Može se videti da postoje značajne razlike u količini generisanih

2.5. Upravljanje i planiranje projektom

Korišćenje BIM-a u upravljanju gradilištem ima za cilj smanjenje emisije ugljen-dioksida. Naime, BIM omogućava analizu različitih parametara objekta, što doprinosi optimizaciji odabira materijala, procesa i tehnologija na gradilištu.

Na taj način se može smanjiti potrošnja resursa, uključujući energiju, vodu i gorivo, a time i emisija CO₂. Osim toga, upravljanje gradilištem uz pomoć BIM-a omogućava bolju organizaciju radova i usklađivanje procesa, što eliminiše aktivnosti koje izazivaju emisije, kao što su čekanja, greške, škart, prepravke, otpad i tako dalje. Kao rezultat, korišćenje BIM-a u upravljanju gradilištem može značajno doprineti zaštiti životne sredine i smanjenju emisije gasova sa efektom staklenika.

2.6. Održavanje objekta

Korišćenje BIM-a može biti korisno i u fazi održavanja objekta, što može smanjiti potrošnju energije i emisiju gasova u ovoj fazi. BIM može pomoći u praćenju energetske efikasnosti objekta i identifikaciji mogućnosti za poboljšanje, što može doprineti smanjenju ukupne emisije CO₂ tokom životnog veka zgrade. Količina štetnih gasova koja se proizvodi u eksploatacionoj fazi objekta zavisi od toga u kakvoj se klimi nalazi. Ako je objekat izložen veoma hladnim zimama, a blagim letnjim temperaturama onda se znatno veća količina energije troši zimi zbog grejanja.

Gasovi koji nastaju u fazi eksploatacije i održavanja čine preko 80% ukupne količine tokom celog životnog ciklusa objekta, što je mnogo više od stambenih zgrada.

Javni objekti, poput muzeja, su zgrade sa specifičnim aktivnostima i potrošnjom energije koje značajno utiču na fazu eksploatacije i održavanja. Prvo, muzej obično opslužuje stanovništvo celog grada, pa čak i turiste iz drugih zemalja, što znači da je i broj dnevnih posetilaca i osoblja veći nego u stambenim zgradama.

Zbog zahteva za ljudskim komforom, više energije se troši tokom faze eksploatacije i održavanja za klimatizaciju i osvetljenje. Pored toga, neke zbirke u muzeju takođe zahtevaju stroge uslove čuvanja, kao što su

posebna temperatura i vlažnost, za koje je potrebna specijalizovana oprema. To dodatno povećava opterećenje potrošnje energije.

2.7. Redukcija gasova od mehanizacije

Građevinska oprema je primarni izvor gasova staklene bašte i izduvnih gasova tokom faze izgradnje velikog infrastrukturnog projekta. Zagađivači kao što su oksidi azota, ugljen monoksid i čestice ugrožavaju zdravlje ljudi i okolinu. Mnoge zemlje su postavile zakonski zahtev da građevinska oprema bude u skladu sa propisanim skupom kriterijuma za emisije. U nekim zemljama i metropolitanskim oblastima, izvođači moraju da podnesu godišnje izveštaje o emisiji ugljenika, a projektanti moraju da podnesu procenu uticaja na životnu sredinu i strategije ublažavanja za velike infrastrukturne projekte.

Među svim strategijama smanjenja emisija, poboljšanje održavanja i rada opreme može biti izvodljiv i isplativ pristup za smanjenje emisija. Građevinska mehanizacija ima veliki udeo u ukupnim emisijama u toku projekta. Rad i održavanje građevinske opreme je važan faktor za postizanje uštede goriva i smanjenje emisije izduvnih gasova. Pošto druge strategije smanjenja emisija mogu uključivati velike kapitalne investicije ili finansijsku potrošnju, poboljšanje prakse i prakse održavanja pokazalo se izvodljivijim za organizacije koje poseduju opremu, posebno za male i srednje izvođače.

Isplativo je preduzeti mere u obuci i obrazovanju operatera opreme, implementaciji proaktivnih strategija održavanja i raspoređivanju prave opreme za prave poslove. Telematika opreme predstavlja proizvode koji su ugrađeni u opremu ili se mogu kupiti zasebno i povezati sa motorom za prikupljanje podataka u realnom vremenu o statusu motora, nivou izlazne snage, nivou goriva i tečnosti, praćenju lokacije, dijagnostici kvarova motora, upravljanju vozačem itd. Mogu se koristiti za prikupljanje i prenos podataka u informacioni sistem za upravljanje opremom.

Informacioni sistem za upravljanje opremom čuva podatke o radu i održavanju opreme koji se zatim mogu koristiti za različite statističke ili napredne analize podataka za procenu produktivnosti opreme, performansi motora, potrošnje goriva, opterećenje motora, status motora (prazan hod, puno opterećenje ili drugi nivoi opterećenja) i trajanja se snimaju u realnom vremenu, emisije motora se mogu analizirati i izveštavati sa velikom preciznošću na dnevnoj, nedeljnoj ili mesečnoj osnovi.

3. ZAKLJUČAK

Informaciono modeliranje zgrada (BIM) postalo je neizostavan alat u modernoj građevinskoj industriji, pružajući korisne informacije i poboljšavajući produktivnost tokom svih faza projekta. Međutim, osim što pomaže u planiranju, projektovanju i izgradnji zgrada, BIM može imati i važnu ulogu u smanjenju emisije CO₂ u građevinskoj industriji.

Ovaj rad proučava implementaciju BIM-a u građevinskoj industriji s ciljem analize emisije CO₂, uključujući analizu objekata, smanjenje emisije CO₂ promenom materijala koji sa manjim faktorom generisanih gasova, kao i CO₂ emisije koje nastaju u fazi materijalizacije, eksploatacije i rušenja.

Metoda koja se koristila u ovom radu je analiza na osnovu predmeta iz Allplana, koja je služila kao praktični primer primene BIM-a u upravljanju emisijama CO₂. Rezultati ukazuju na to da BIM pruža učinkovit alat za smanjenje emisija CO₂ u građevinskoj industriji, posebno u fazi planiranja i projektovanja.

Na primer, pravilan odabir materijala i opreme zahteva analizu emisije CO₂ tokom faze proizvodnje i transporta. Osim toga, BIM može biti koristan i u fazi upravljanja i održavanja zgrada, gde se može koristiti za praćenje potrošnje energije i analizu korištenja resursa.

U skladu s tim, ovaj rad ima važne implikacije za industriju i za okruženje, s ciljem pružanja smernica za primenu BIM-a u upravljanju emisijama CO₂ u građevinskoj industriji. Iako se još uvek postavljaju mnoga pitanja o održivosti BIM-a, ovaj rad pokazuje da BIM može biti koristan alat za smanjenje emisija CO₂ u građevinskoj industriji te pruža smernice za dalja istraživanja u tom području.

Konačno, ovaj rad ima važnu ulogu u podizanju svesti o potrebi za smanjenjem emisije CO₂ u građevinskoj industriji i razvoju u ovoj važnoj industriji.

4. LITERATURA

- [1] Feng, Y.P.; Yong, W.; Liu, C.B. Energy-efficiency supervision systems for energy management in large public buildings: Necessary choice for china. Energy Policy 2009, 37, 2060–2065.

Kratka biografija:



Stefan Čumić rođen je u Užicu 1997. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – konstrukcije odbranio je 2022.god. Otvorio je svoju građevinsku radnju za projektovanje 2023. kontakt: cumicstefan1@gmail.com