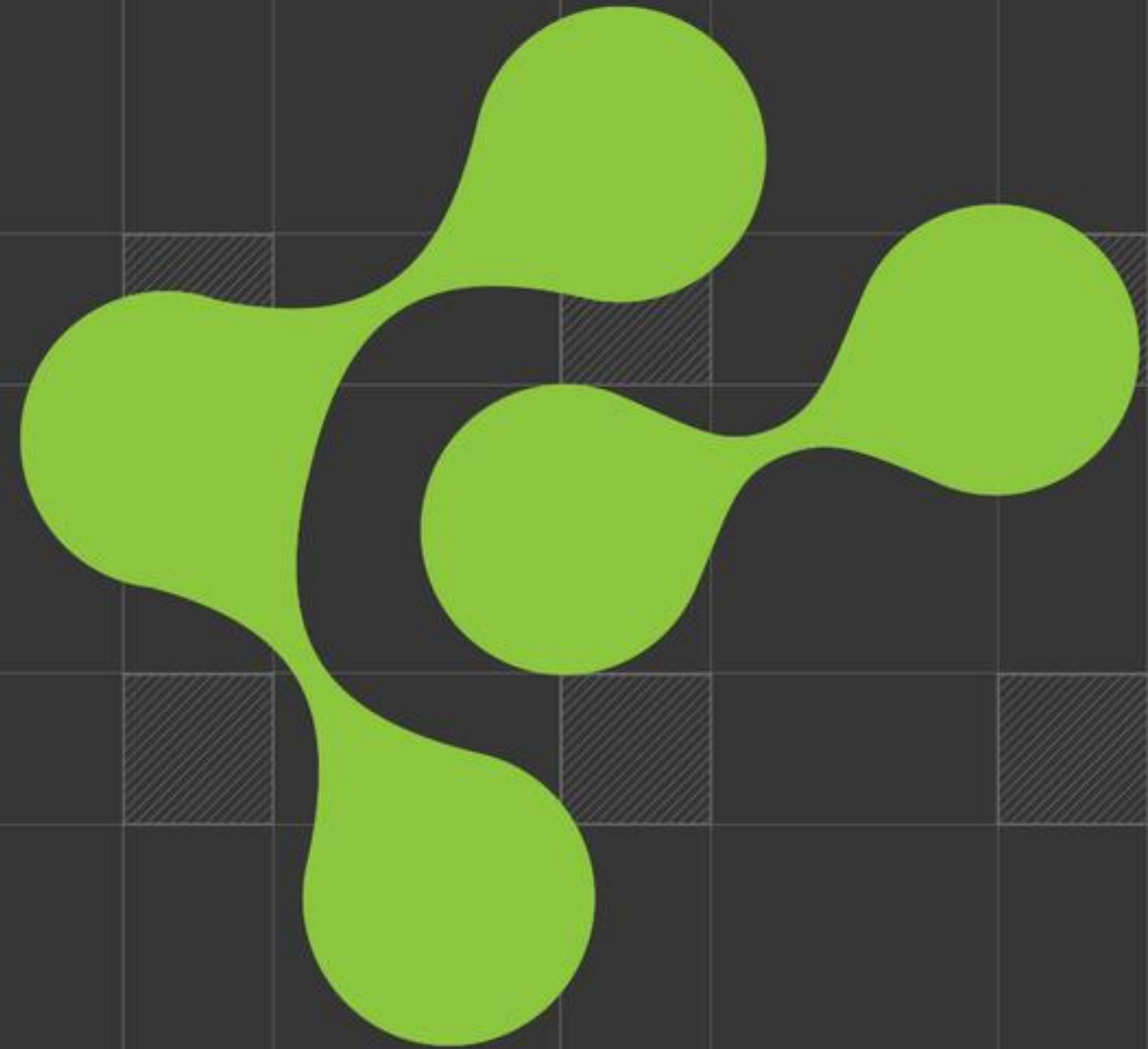


21.-23. travnja 2026. | Hotel Amadria Park, Šibenik

GBC CONNECT FORUM

Industrija i država u dijalogu za
zelenu tranziciju





Koliko ste upoznati s fazama životnog ciklusa zgrade (LCA)?



Znate li za građevinske proizvode proizvedene u Hrvatskoj koji imaju dokumentiranu emisiju CO2 po jedinici proizvoda (npr. EPD deklaracija)?



Jeste li u svom radu susreli slučaj da je investitor ili projektant odabrao određeni proizvod zbog niže emisije CO2 (a ne samo zbog cijene, izgleda ili propisa)?



Razvoj metodologije izračuna potencijala globalnog zagrijavanja tijekom životnog ciklusa zgrada kroz projekt **INDICATE**

doc.dr.sc. Ivana Carević

Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet



Pojmovnik

- Whole life cycle – cijeloživotni ciklus
- Global warming potential (GWP) - potencijal globalnog zagrijavanja
- **„potencijal globalnog zagrijavanja tijekom životnog ciklusa”** znači pokazatelj koji kvantificira doprinos određene zgrade globalnom zagrijavanju tijekom njezina cijelog životnog ciklusa (kgCO2eq)

Ugrađene emisije
(engl. embodied emission)

Operativne emisije
(engl. operational emmission)

Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade A_k	Godina izgradnje / rekonstrukcije	
Građevinska (bruto) površina zgrade $[m^2]$	Mjerodavna meteorološka postaja	
Faktor oblika $f_0 [m^{-1}]$	Referentna klima	
ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd} [kWh/(m^2a)]$	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim} [kWh/(m^2a)]$
A+ A B C D E F G	C	B
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del} [kWh/(m^2a)]$		
Specifična godišnja emisija $CO_2 [kg/(m^2a)]$		
Upisati „nZEB“ ako energetska svojstva zgrade (E_{prim}) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		nZEB

Pojmovnik

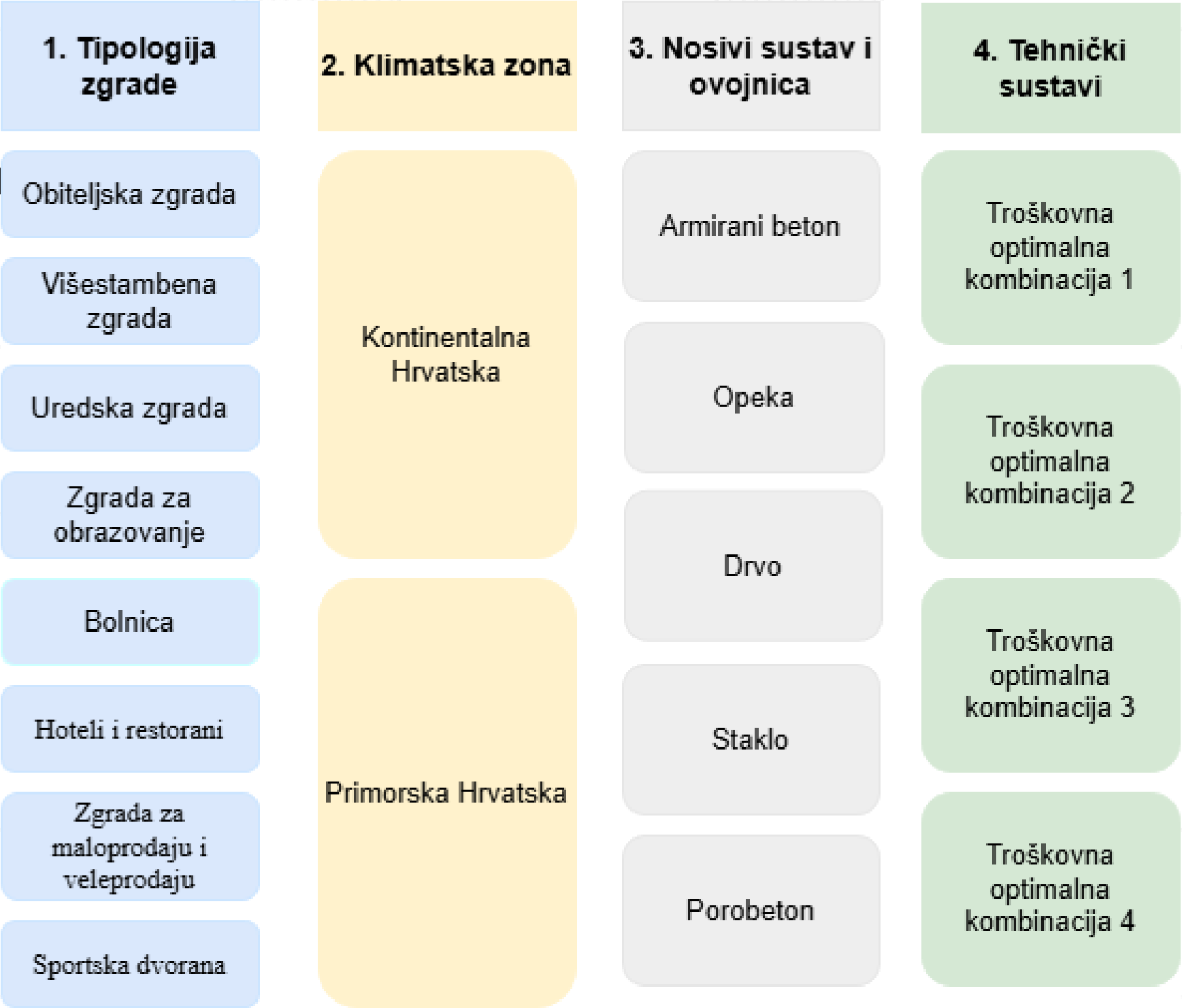
- Potencijal globalnog zagrijavanja (GWP):
 - GWP total
 - GWP fossil
 - GWP biogenic
 - GWP LULUC (Land Use and Land Use Change)

Metodologija

- u skladu sa normom HRN EN 15978
- **Opseg i granice sustava:** tipologija zgrade i definicija 50 studije slučaja, referentno razdoblje analize, funkcionalna jedinica i referentni tok, uključeni elementi zgrade i faze životnog ciklusa, pretpostavke
- **Analiza inventara životnog ciklusa (LCI):** podatci (EPD, generički, pretpostavljene vrijednosti)
- **Procjena utjecaja životnog ciklusa:** korišteni alat
- **Interpretacija:** rezultati

Opseg i granice sustava

Shema
odabira 50
primjera za
potrebe
proračuna



Tipologija zgrade	Distribucija
Obiteljska kuća	12
Višestambena zgrada	12
Uredska zgrada	12
Trgovine	2
Zgrada za obrazovanje	6
Bolnica	2
Hoteli i restorani	2
Sportska dvorana	2

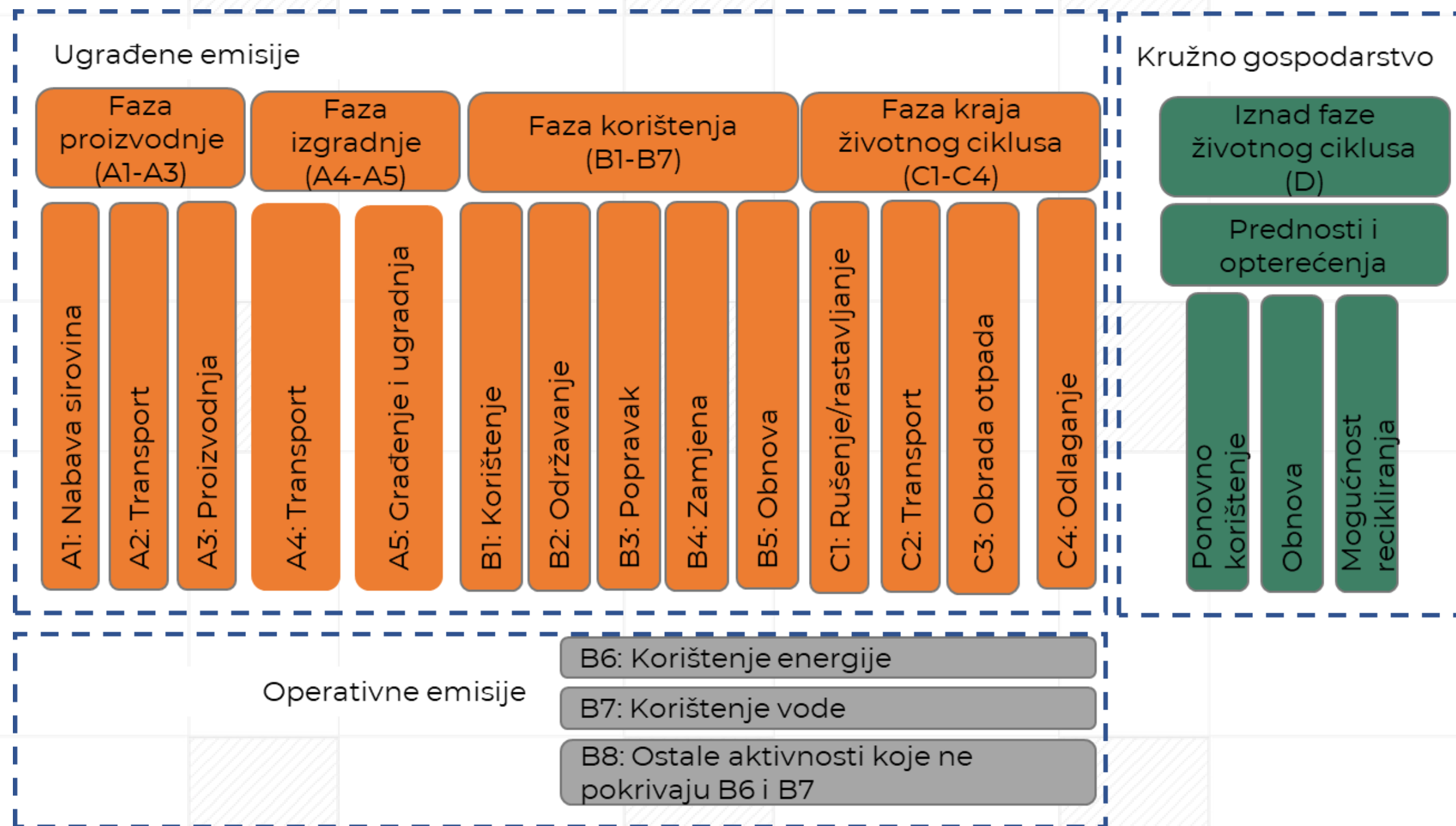


Na kojoj razini detalja bi trebalo računati i prikazivati GWP zgrade?

Uključeni elementi zgrade

Razina 1	Razina 2	Razina 3	Izveštavanje
1 Podkonstrukcija i nadkonstrukcija	1.1 Temelji (podkonstrukcija)	1.1.1 Piloti	Obavezno
		1.1.2 Podrumi	Obavezno
		1.1.3 Potporni zidovi	Obavezno
	1.2 Nosivi sustav	1.2.1 Grede, stupovi i ploče	Obavezno
		1.2.2 Međukatne konstrukcije	Obavezno
		1.2.3 Vanjski zidovi	Obavezno
		1.2.4 Balkoni	Obavezno
	1.3 Nenosivi elementi	1.3.1 Temeljna ploča	Obavezno
		1.3.2 Unutarnji zidovi, pregradni zidovi i vrata	Obavezno
		1.3.3 Stubišta i rampe	Obavezno
	1.4 Fasada	1.4.1 Sustavi vanjskih zidova, obloge i zaštita od sunca	Obavezno
		1.4.2 Otvori na pročelju	Obavezno
		1.4.3 Vanjske boje, premazi i žbuke	Obavezno
	1.5 Krov	1.5.1 Konstrukcija	Obavezno
		1.5.2 Hidroizolacija	Obavezno
2. Jezgra (oprema, namještaj i instalacije)	1.6 Parkirni objekti	1.6.1 Nadzemni i podzemni	Obavezno
	2.1 Završni slojevi i oprema	2.1.1 Sanitarna oprema	-
		2.1.2 Ormari, garderoberi i radne površine	-
		2.1.3 Stropovi	Obavezno
		2.1.4 Završna obrada zidova i stropova	Obavezno
		2.1.5 Podne obloge i završna obrada	Obavezno
	2.2 Rasvjeta	2.2.1 Rasvjetna tijela	Obavezno
		2.2.2 Upravljački sustavi i senzori	-
	2.3 Energetski sustav	2.3.1 Postrojenje za grijanje i distribucija	Obavezno
		2.3.2 Postrojenje za hlađenje i distribucija	Obavezno
		2.3.3 Proizvodnja i distribucija električne energije	Obavezno
	2.4 Ventilacijski sustav	2.4.1 Centralne ventilacijske jedinice	Obavezno
		2.4.2 Kanali i distribucija	Obavezno
	2.5 Sanitarni sustavi	2.5.1 Distribucija hladne vode	-
		2.5.2 Distribucija tople vode	-
		2.5.3 Sustavi za obradu vode	-
		2.5.4 Odvodnja	-
	2.6 Ostali sustavi	2.6.1 Dizala i pokretne stepenice	Obavezno
		2.6.2 Instalacije za gašenje požara	-
		2.6.3 Komunikacijske i sigurnosne instalacije	-
		2.6.4 Telekomunikacijske i podatkovne instalacije	-
3. Vanjski radovi	3.1 Komunalna infrastruktura	3.1.1 Priključci i preusmjeravanja	-
		3.1.2 Trafostanice i oprema	-
	3.2 Uređenje okoliša	3.2.1 Popločavanje i ostale tvrde površine	-
		3.2.2 Ograde, rukohvati i zidovi	-
		3.2.3 Sustavi odvodnje	-

Faze životnog ciklusa zgrade



Izvor: HRN EN 15643:2021 Održivost građevina - Okvir za ocjenjivanje zgrada i inženjerskih građevina

Analiza inventara

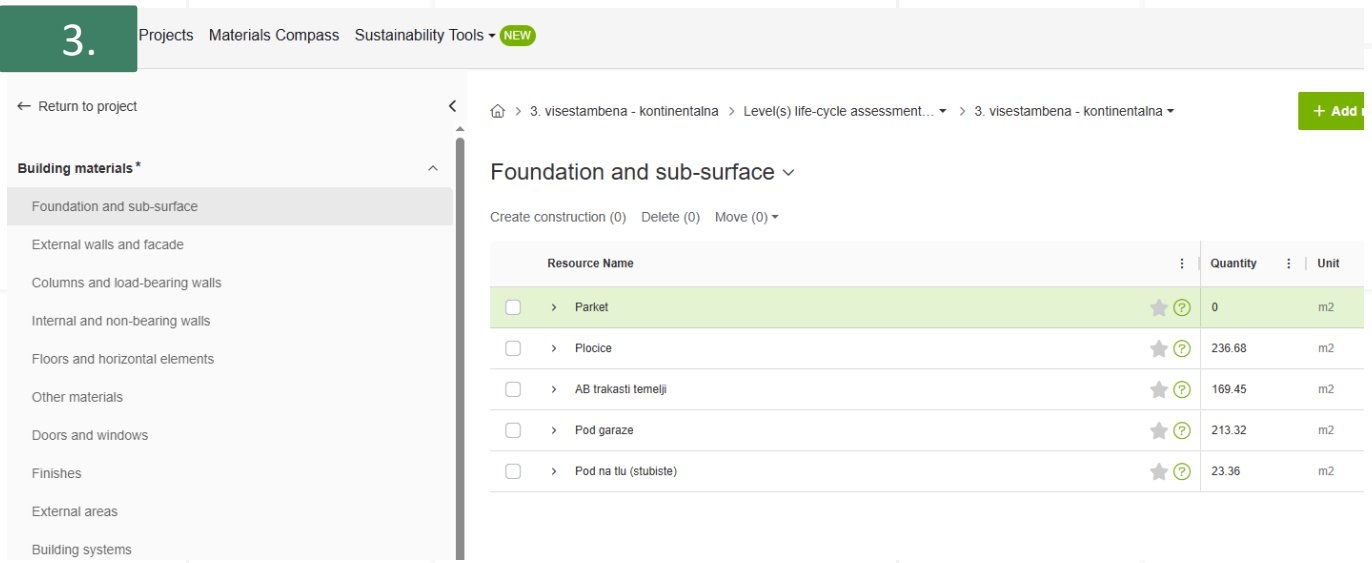
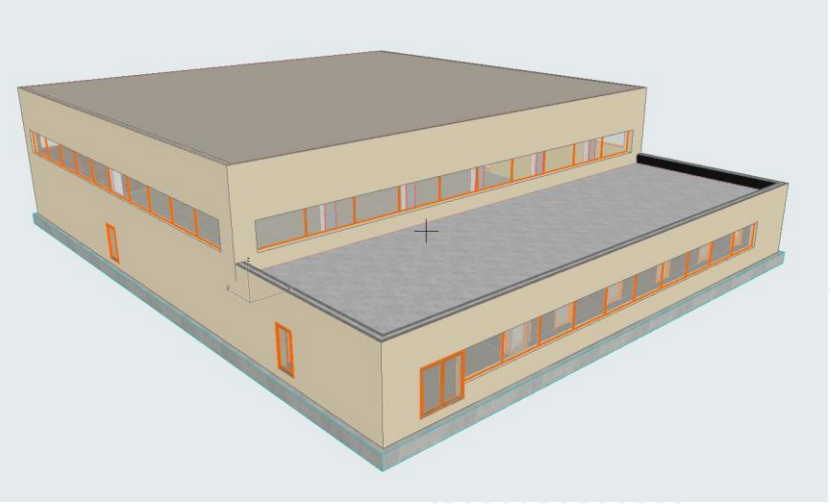
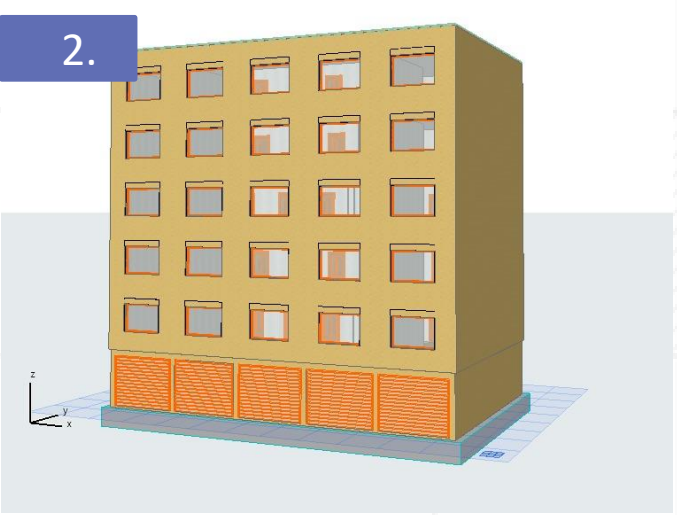
1. Postojeći
sustav
(definicija nZEB)

2. BIM model

3. OneClickLCA
alat

1.	U = koeficijent prolaska topline λ = toplinska provodljivost	gustoća (kg/m3)	debljina (cm)	površina (m²)	volumen (m3)	masa (kg)	
POD NA TLU (Parket)							
parket	0,15	550	2,2				
ljepilo za parket		1400	0,1				
cementni estrih (2200 kg/m³)	λ = 1,65 W/mK	2200	5,0		0	0	
polietilenska folija	0,19	1000	0,02				
ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163 (15 kg/m³)	λ = 0,035 W/mK	20	10,0		0	0	
hidroizolacija - bitumenske trake u 2 sloja (0,4 + 0,4 cm)	λ = 0,23 W/mK	1100	0,8		0	0	
betonska podloga (2200 kg/m³)	2,6	2200	10,0		0	0	
armatura		7850					
nabijeni šljunak (1700 kg/m³)	0,81	1700	15,0				

naziv i sastav građevnog dijela	U = koeficijent prolaska topline λ = toplinska provodljivost	gustoća (kg/m3)	debljina (cm)	površina (m²)	volumen (m3)	masa (kg)	
POD NA TLU (pločice)							
keramičke pločice	1,3	2300	0,8				
ljepilo pločice	0,3	1500	0,5				
cementni estrih (2200 kg/m³)	λ = 1,65 W/mK	2200	5,0		0	0	
polietilenska folija	0,19	1000	0,02				
ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163 (15 kg/m³)	λ = 0,035 W/mK	20	10,0		0	0	
hidroizolacija - bitumenske trake u 2 sloja (0,4 + 0,4 cm)	λ = 0,23 W/mK	1100	0,8		0	0	
betonska podloga (2200 kg/m³)	2,6	2200	10,0		0	0	
armatura		7850					



LCA rezultati

Količine
m3, m2, kg, m

Analize inventara

tip A	tip B	Tip C
Treba se koristiti kada je dostupan	Ostale vrste podataka koje se mogu koristiti i koje države članice mogu poticati	Ostale vrste podataka koje se mogu koristiti
EPD i slični dokumenti, Eko dizajn Uredba o građevnim proizvodima	Podatci specifični za projekt ili proizvod	Prosječni podaci za skupinu proizvoda u skladu s EN 15804 Generički podatci

- Ne postoji nacionalna baza podataka
- One Click LCA generički podatci (lokalizacijski faktor) i dostupni EPD-ovi

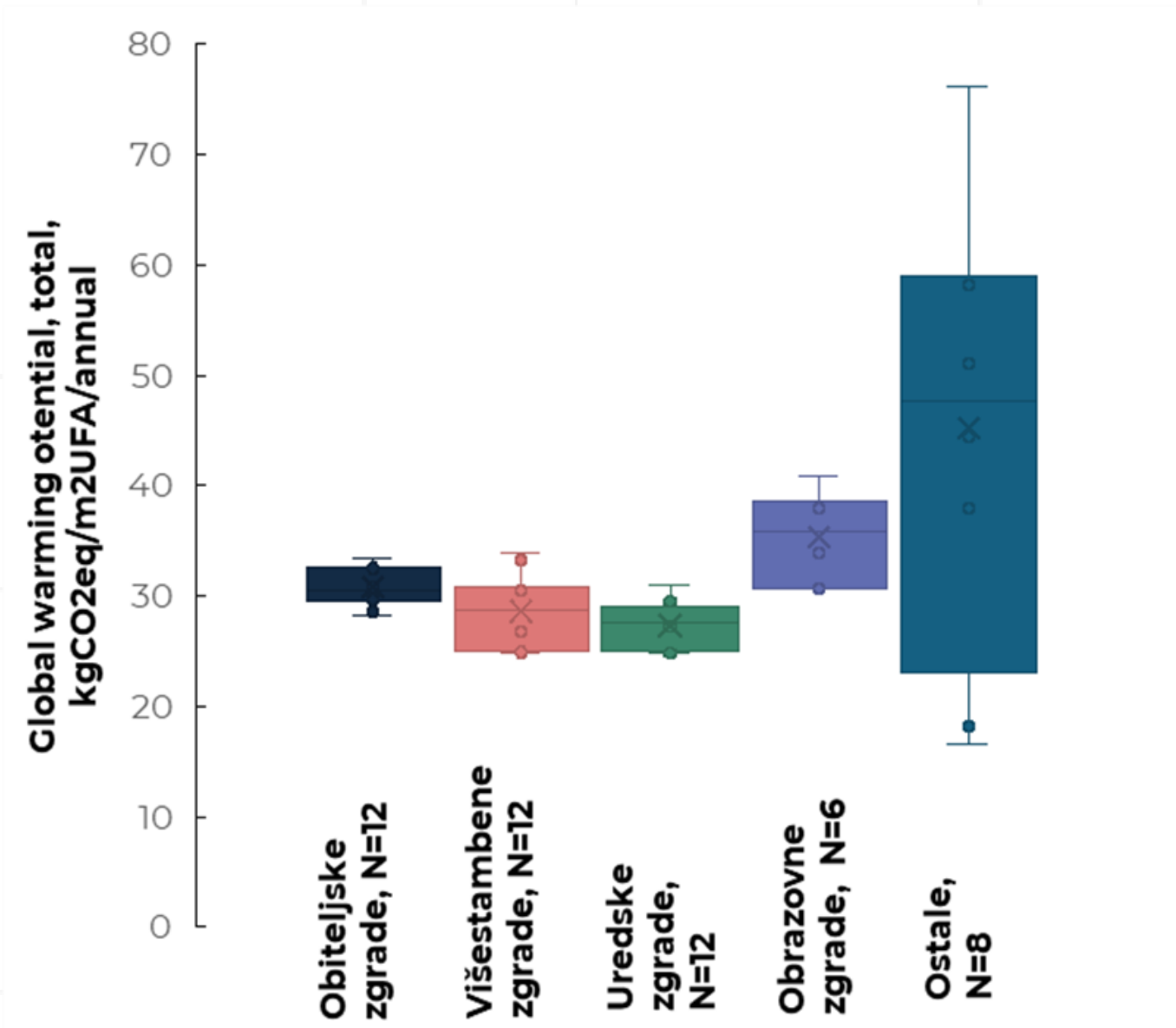


Koji pristup podacima smatrate optimalnim za izračun GWP-a?
(npr. EPD, digitalne putovnice proizvoda / putovnice za obnovu, izjave o utjecaju proizvoda na okoliš)

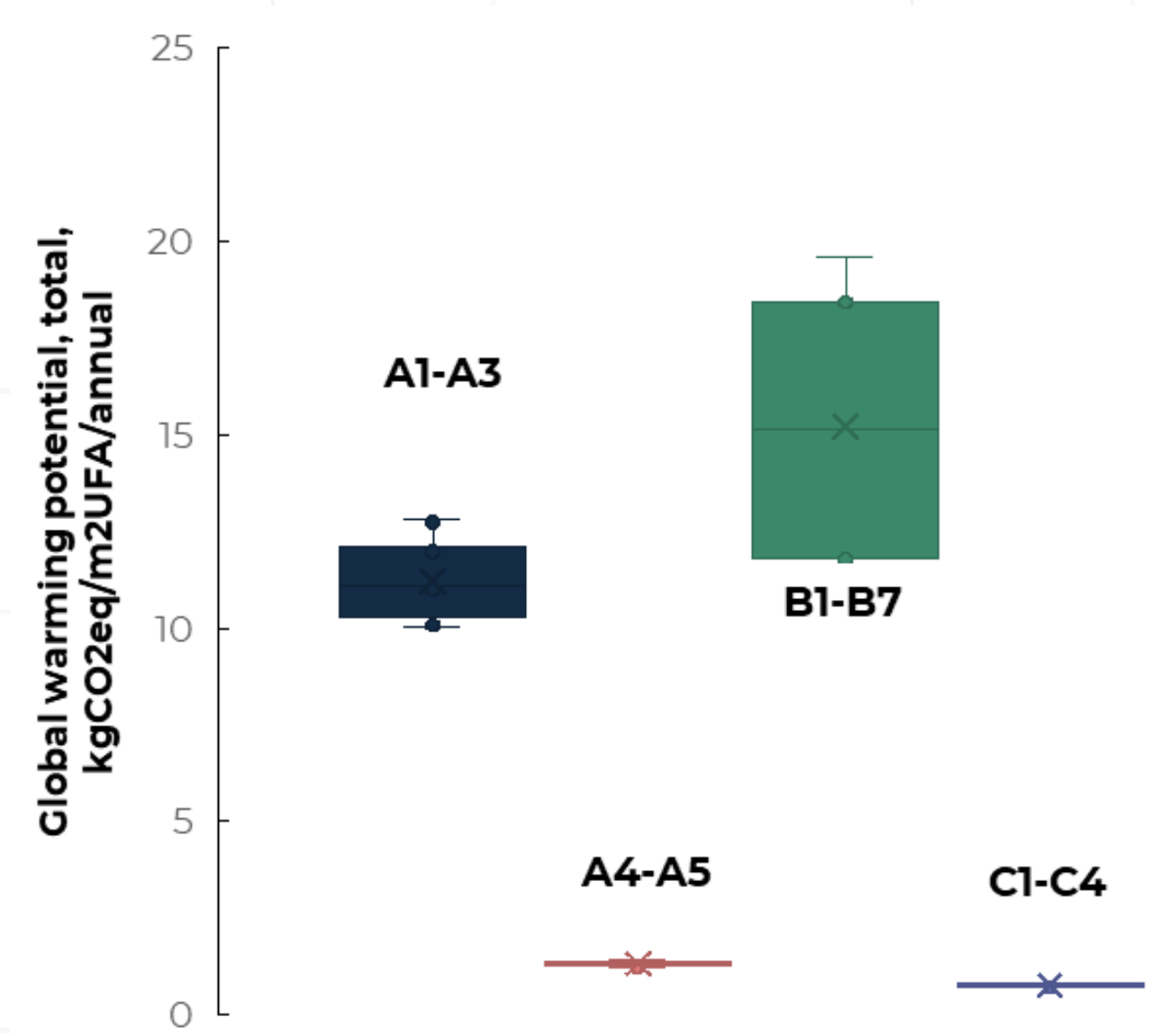


Koji izvor podataka smatrate najprikladnijim?

Rezultati

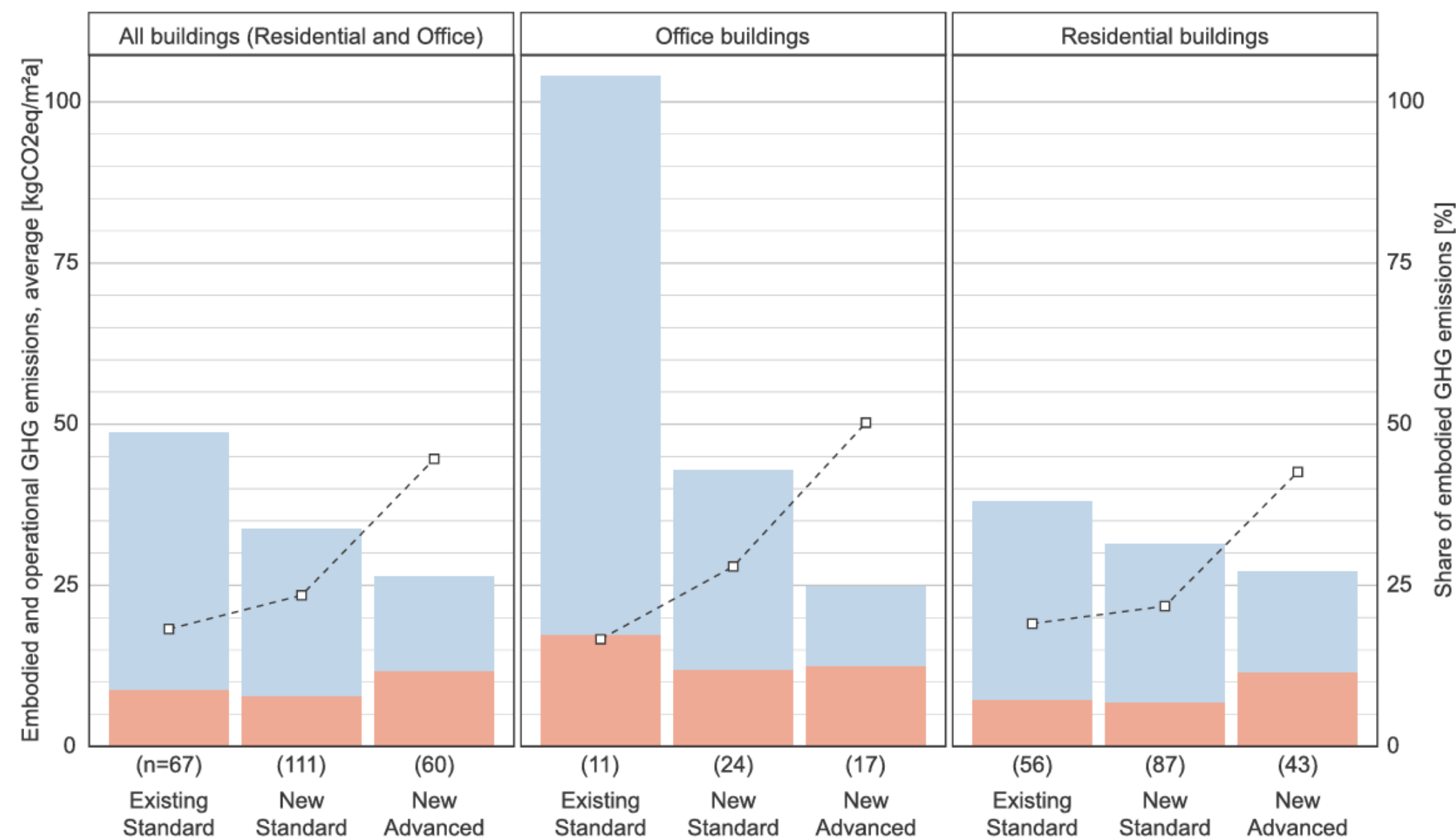
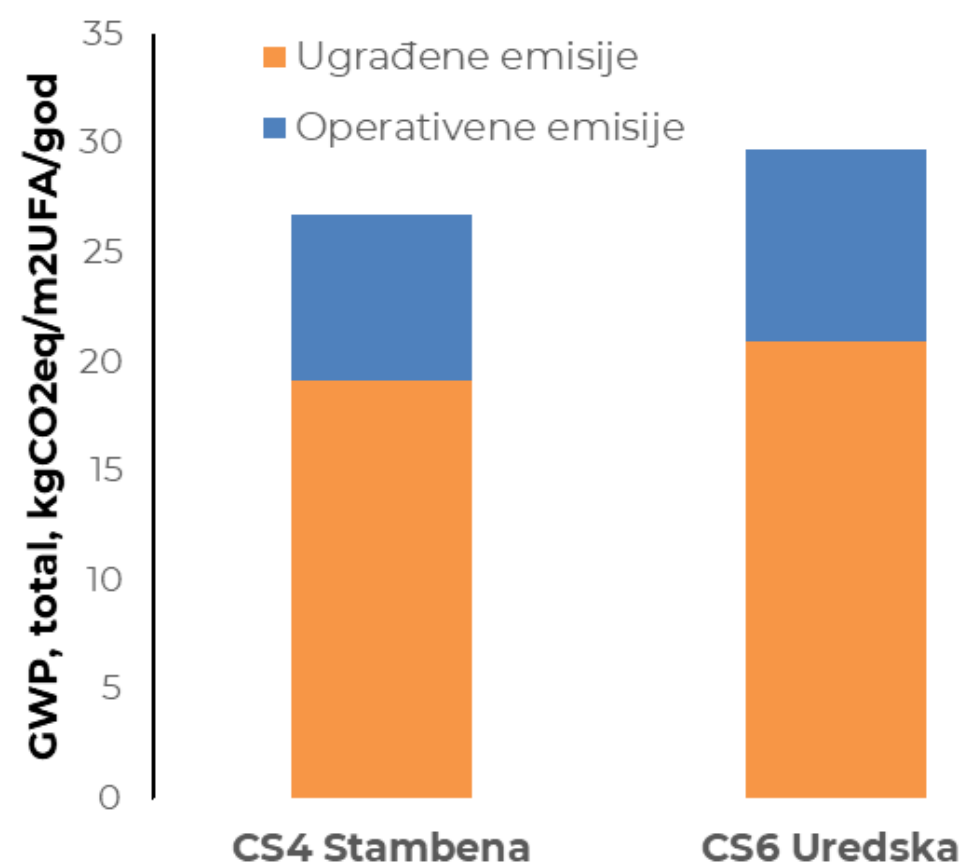


GWP total po tipologiji zgrade

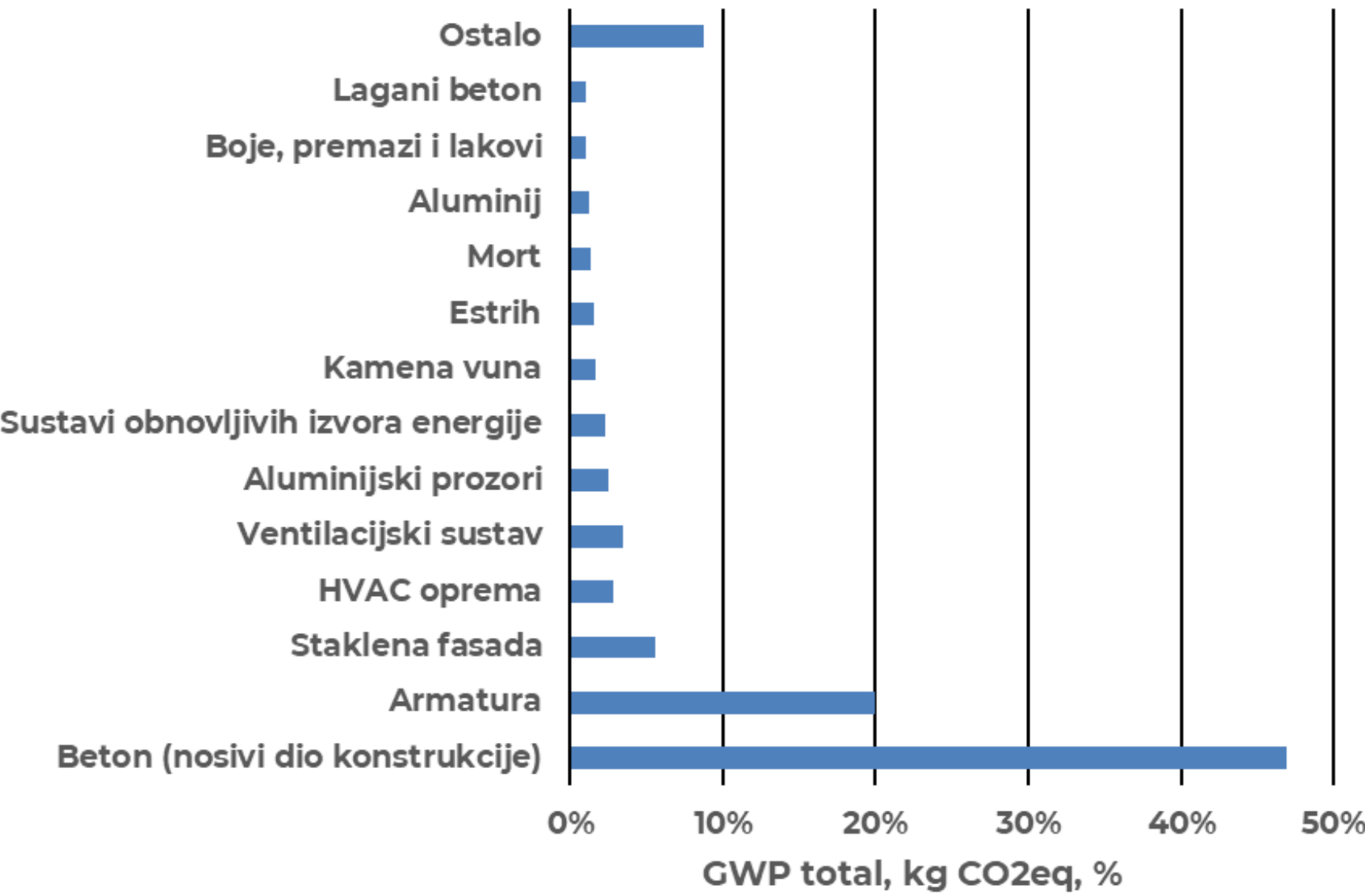


GWP total po fazama životnog ciklusa za višestambene zgrade, N=12

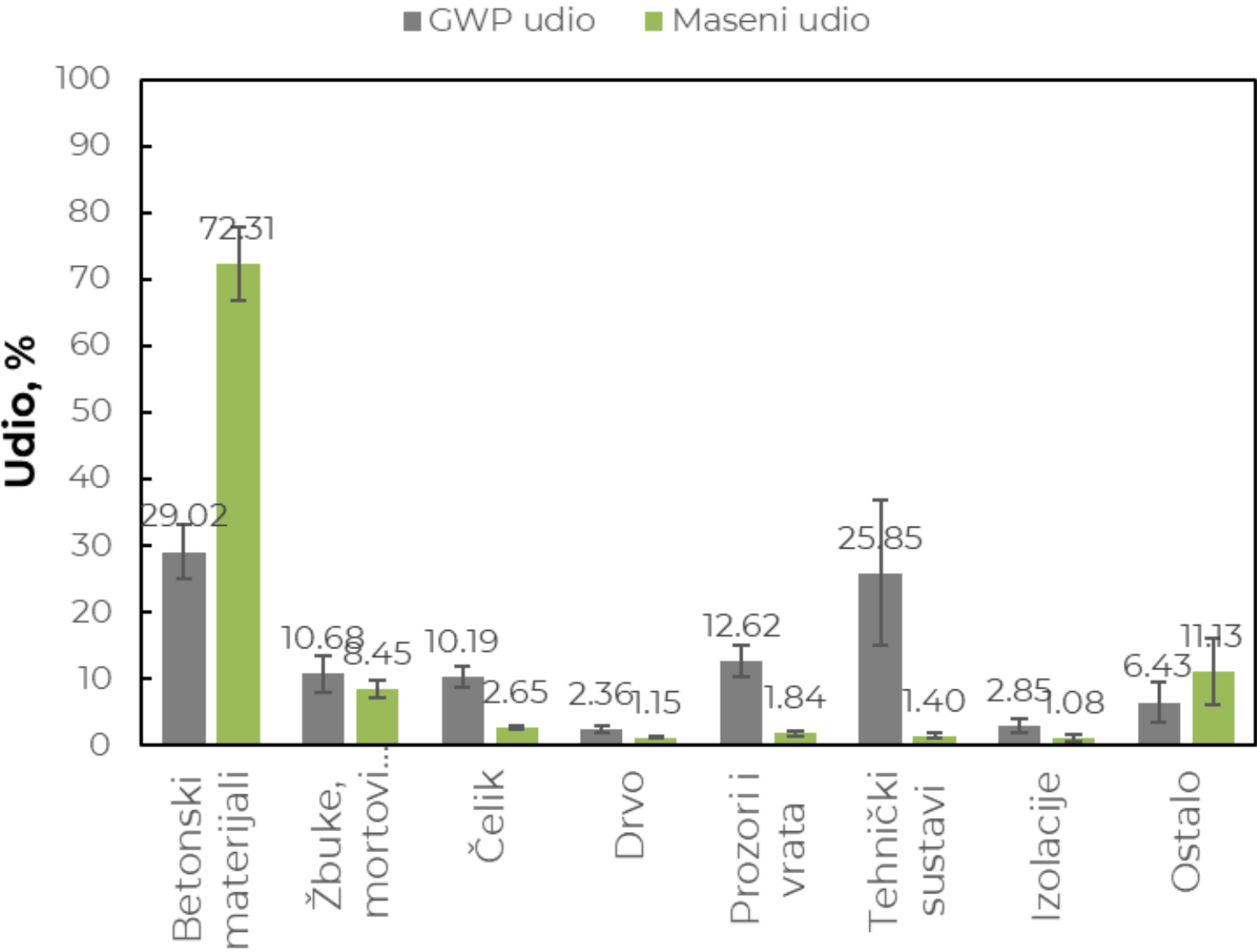
Globalni trend ugrađenog i operativnih emisija za cjeloživotni ciklus zgrade



Rezultati

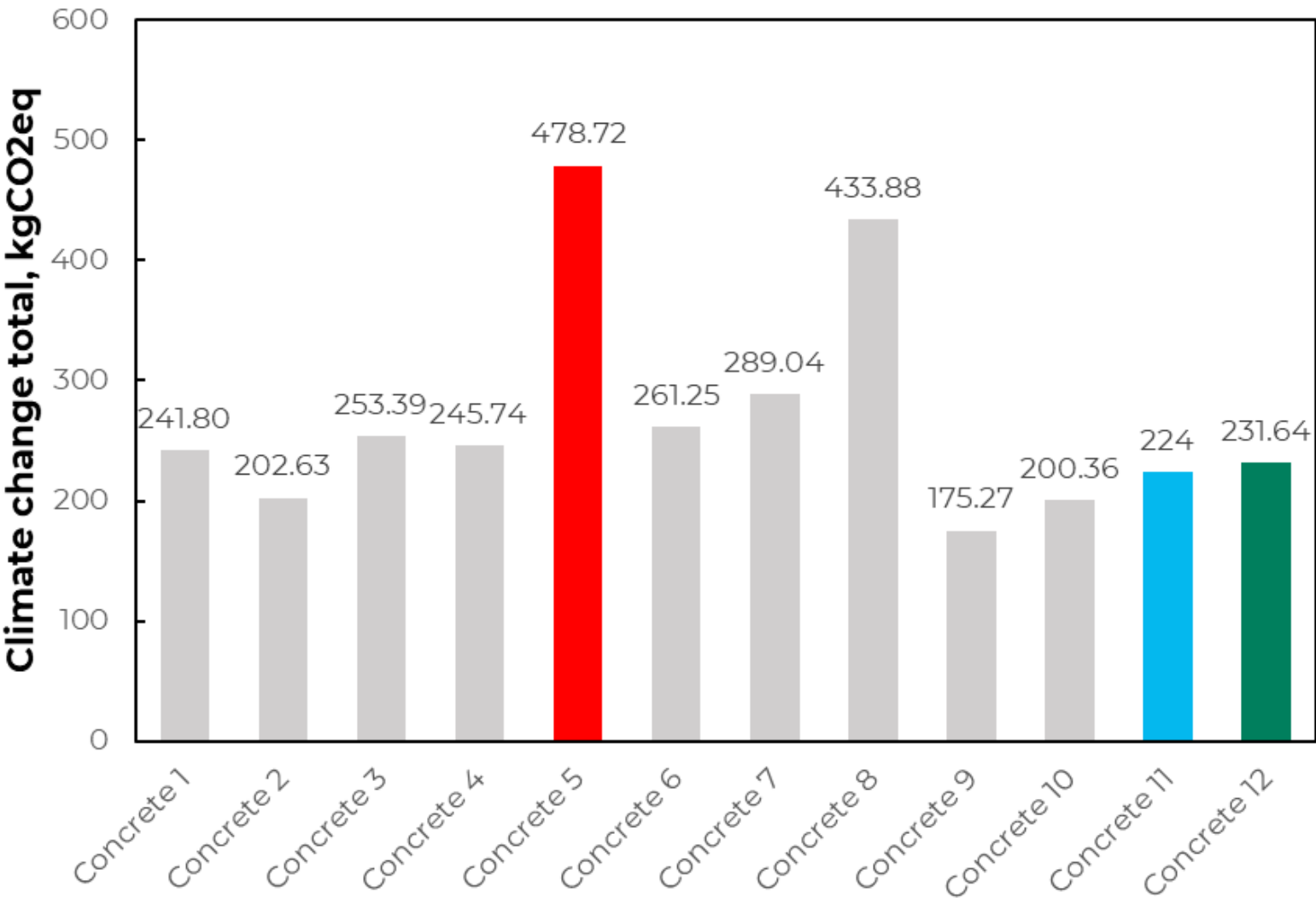


GWP total po udjelu materijala, A1-A3 za 15 studija slučaja



Emisijski intenzitet po kategorijama materijala, višestambena zgrada, N=12

Rezultati



Ukupni rezultati potencijala klimatskih promjena za beton iz različitih izvora, faze A1–A3

(zeleno – baza podataka ecoinvent, plavo – baza podataka OneClickLCA, ružičasto – program operatori (EPD International, EPD Hub i Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU))

	Geografski opseg	Tlačna čvrstoća ili razred
Beton 1	Švicarska	30 MPa
Beton 2	Švicarska	37 MPa
Beton 3	Austrija	30 MPa
Beton 4	Austrija	25 MPa
Beton 5	Hrvatska	C35/45
Beton 6	Hrvatska	C25/30
Beton 7	Austrija	C20/25
Beton 8	Austrija	C35/45
Beton 9	Španjolska, Holcim	25 MPa
Beton 10	Španjolska, Holcim	35 MPa
Beton 11	Hrvatska, Holcim	C30/37
Beton 12*	Hrvatska, Nexe 1	C30/37

*prosjeak više proizvodnih lokacija

Modeliranje B6 faze

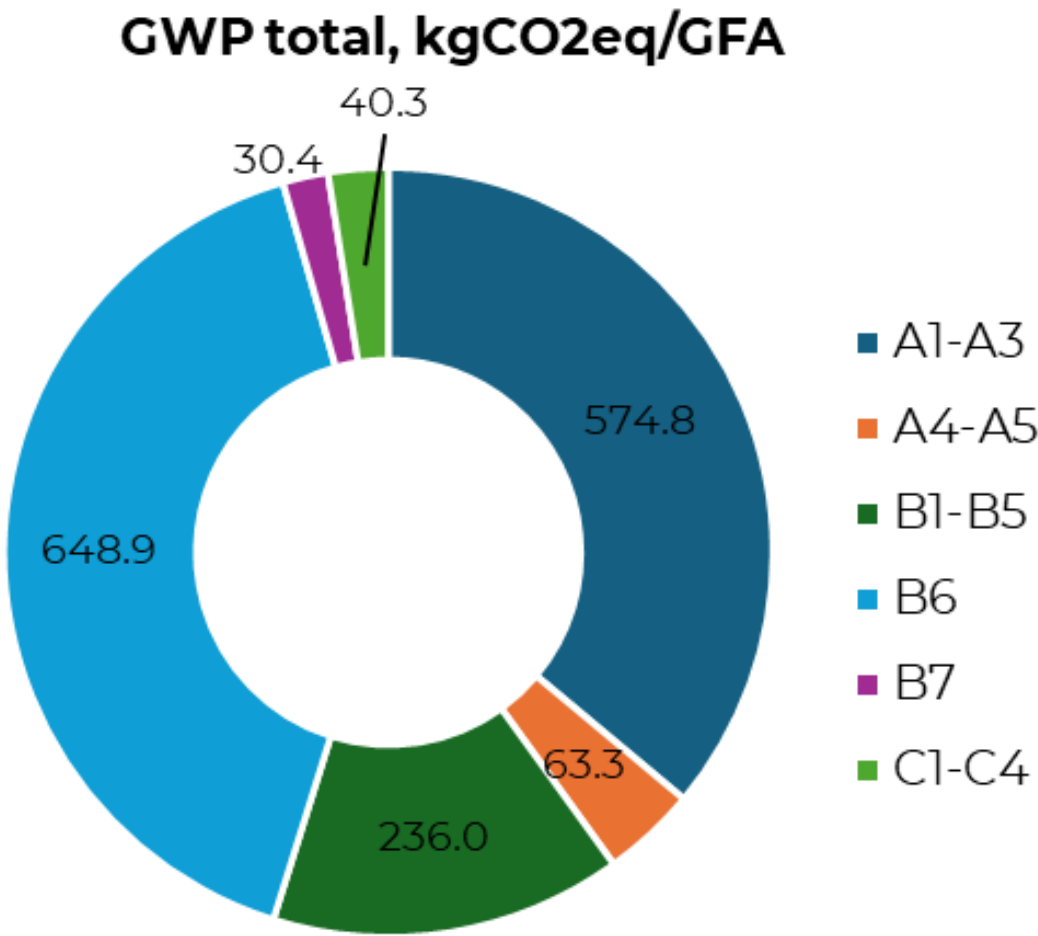
- pretpostavlja se da se proizvedena električna energija iz obnovljivih izvora troši na licu mjesta, čime se izravno smanjuje ukupna isporučena potreba za energijom.

npr.

- PV sustav ne smatra se izvoznikom električne energije u mrežu (nema koristi u fazi D životnog ciklusa);
- umjesto toga, pretpostavlja se da se proizvedena energija koristi unutar zgrade te se **time smanjuje ukupna konačna energija isporučena zgradi.**



Izvještavanje – u skladu sa DA



		A1-A3	A4-A5	B1-B5	B6	B7	C1-C4	D
GWP total	kg CO2e	737984.4	81292.1	303056.9	833186.3	39022.7	51692.9	-305639.7
	kg CO2e/GFA	574.8	63.3	236.0	648.9	30.4	40.3	-238.0
	kg CO2e/GFA/god	11.5	1.3	4.7	13.0	0.6	0.8	-4.8



Što bi trebalo biti obavezno prikazano uz GWP zgrade?

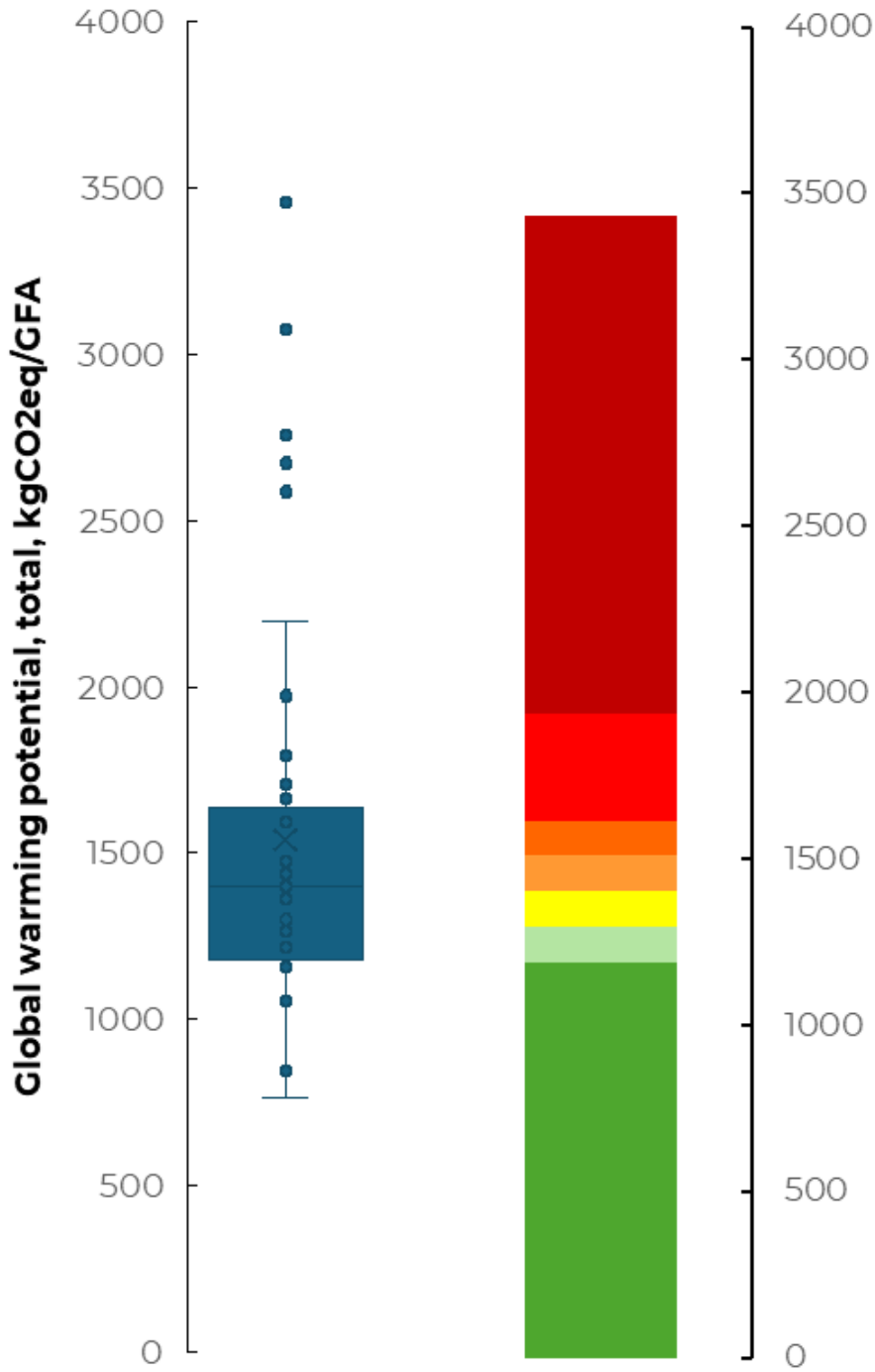
Funkcionalna jedinica, životni vijek

- Funkcionalna jedinica: Što? Koliko? Koliko dobro? Koliko dugo?
- Životni vijek: 50 Godina
- $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ GFA – kilogram CO_2 ekvivalenta po m^2 bruto podne površine (GFA)
- $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ UFA/god – kilogram CO_2 ekvivalenta po m^2 korisne podne površine (UFA), normaliziran po godini referentnog vijeka trajanja zgrade (RSP)
- $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ UFHA/god: kilogram CO_2 ekvivalenta po m^2 korisne podne površine grijanog prostora zgrade, normaliziran po godini referentnog vijeka trajanja zgrade (RSP)
- $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{cap}$ - kilogram CO_2 ekvivalenta po broju korisnika (capita).



**Koju površinu koristiti za izražavanje GWP-a zgrade
(kgCO₂/m²)?**

Referentna mjera



Referentne vrijednosti	Opis	Statistički pokazatelj
Vrijednost najbolje prakse (Best-practice value)	Ambiciozna razina koja je ostvariva primjenom trenutačno dostupne tehnologije	10. ili 25. percentil
Referentna vrijednost (Reference value)	Prosječna ili uobičajena praksa	Medijan, aritmetička sredina
Granična vrijednost (Limit value)	Najveći dopuštena vrijednost (zakonski obvezujući).	75. ili 90. percentil

DRAFT

Pitanja?



Komentari na dosadašnji pristup?

Referentne zgrade („prosjek” trenutne NZEB gradnje)

Koja referentna površina?

Prostorna granica zgrade?

Uključeni građevni elementi i koja energija (garaže, obloge,... ?
...hlađenje, PTV, rasvjeta?)

Izvori podataka? Baza podataka?: (baza – domaća/strana,
generička/EPD), zadane vrijednosti? (npr. A5,...)

Izvještavanje i metrike?

Kriteriji? Postupni silazni trend?

Tko izrađuje proračune? U glavnom projektu i nakon gradnje?

Koje alate koristimo (verificirane)?

Osiguranje kvalitete?

Project INDICATE LIFE sufinanciran je iz programa LIFE Europske
unije na temelju ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava br.
101167585.



Kako bi Hrvatska trebala uvesti obvezni GWP izračun u skladu s EPBD-om?



Treba li GWP uvesti kao kriterij u javnoj nabavi?



Što je trenutno najveća prepreka za primjenu GWP-a?