

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



Zero
Emission
Buildings

nZEB

Projektiranje održive i zdrave ovojnica zgrade

Amel Emkić, mag.ing.grad.
Wienerberger d.o.o.



Kömmerling® K KBE



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uredjaja, graditeljstva i
državne imovine

AGC
Your Dreams, Our Challenge



BOSCH
Tehnologija za život

KNAUF INSULATION

profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP
Kömmerling® K KBE

Wienerberger

baldini studio

NG
Nosivi građevinski elementi d.o.o.

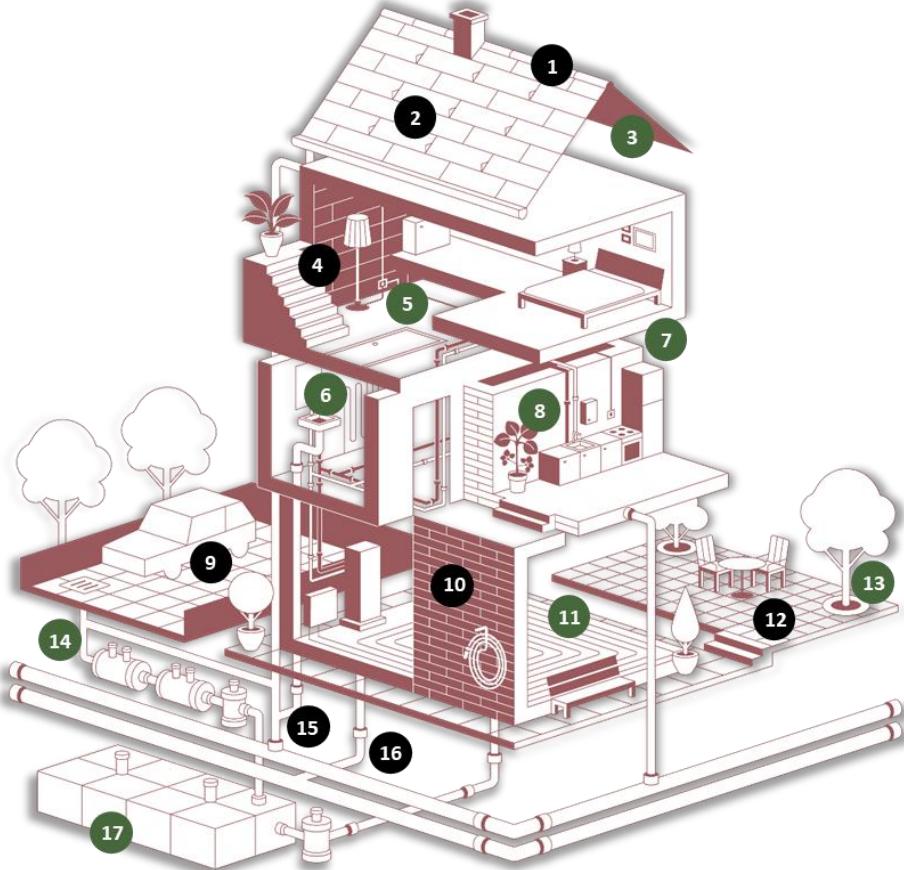
VELUX®

Wienerberger danas

Rješenja za dom od poda do krova.

- 1 Ceramic accessories
- 2 Roof tiles with snow hooks
- 3 Roof underlay
- 4 Clay blocks
- 5 Electrical installations
- 6 Wall heating and cooling system
- 7 Ceiling cooling
- 8 Hot and cold-water installation

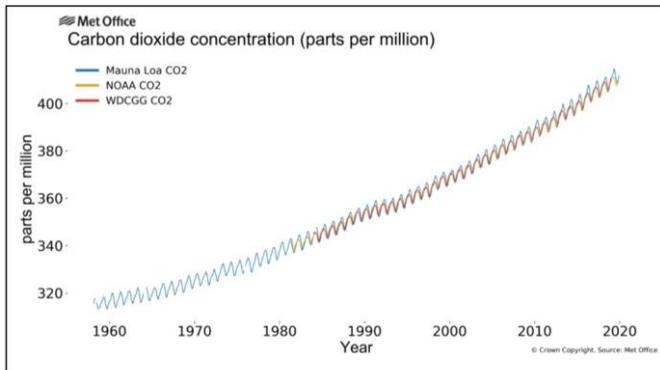
- 9 Concrete pavers
- 10 Facing bricks
- 11 Floor heating
- 12 Clay pavers
- 13 Landscaping elements
- 14 Water filtration unit
- 15 Wastewater
- 16 Fresh water supply
- 17 Rainwater management



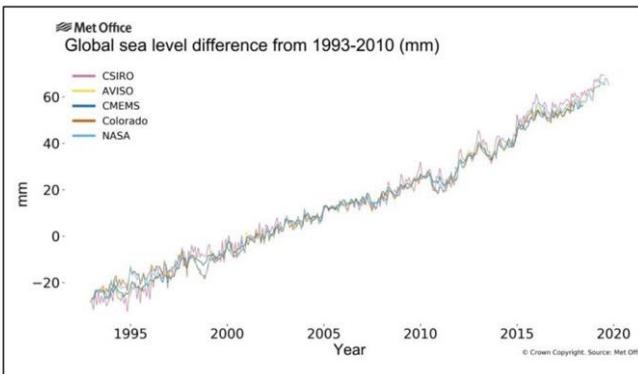
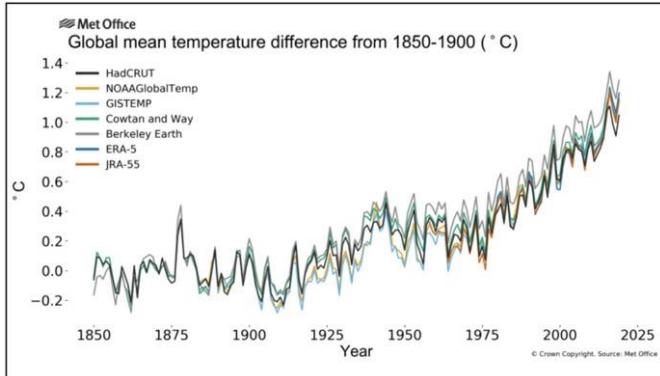
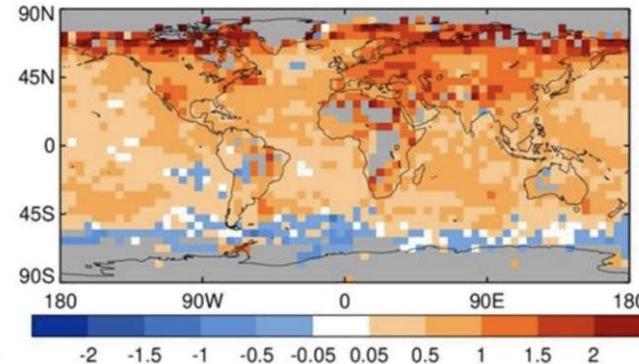
Opravdana zabrinutost za stanje i očuvanje prirode i okoliša.



Klima se mijenja?



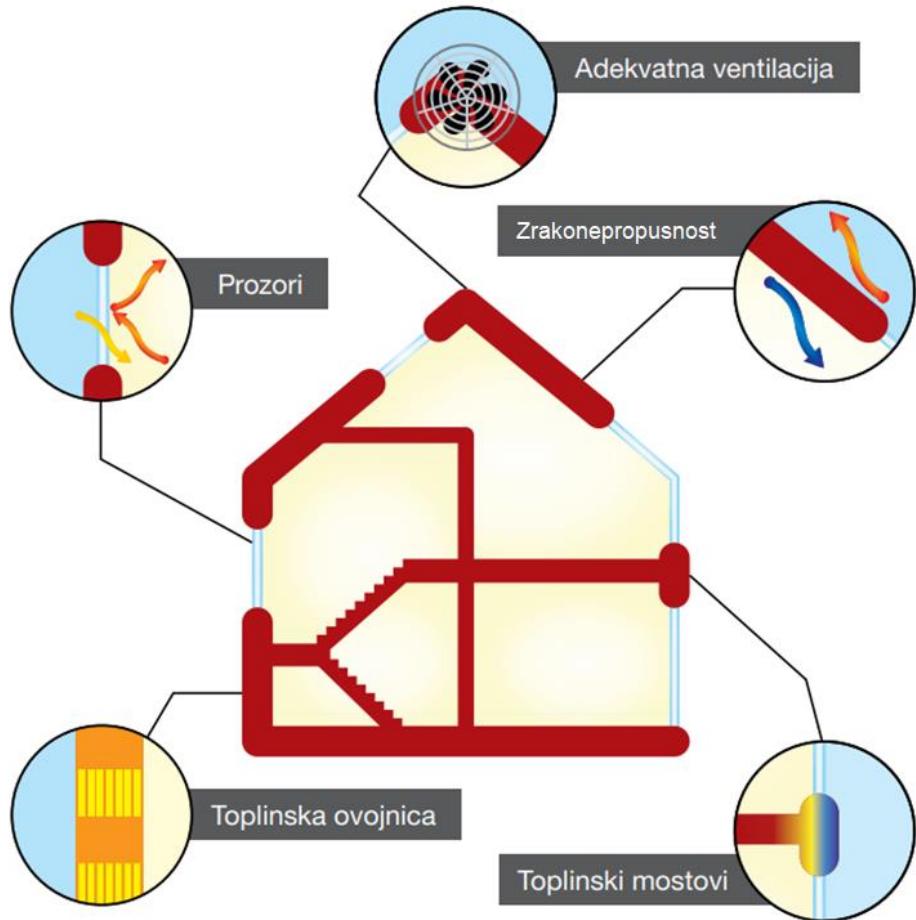
Observed warming 2009 – 2019 relative to 1961 - 1990



Klimatske promjene kao novi izazov u projektiranju.

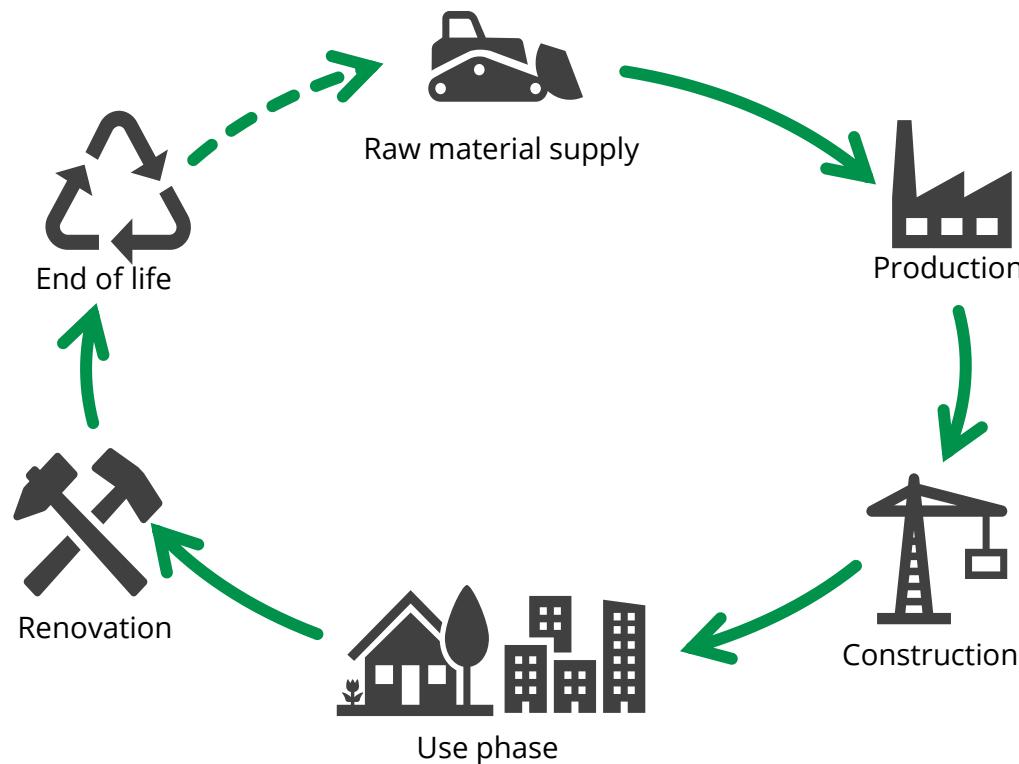


nZEB

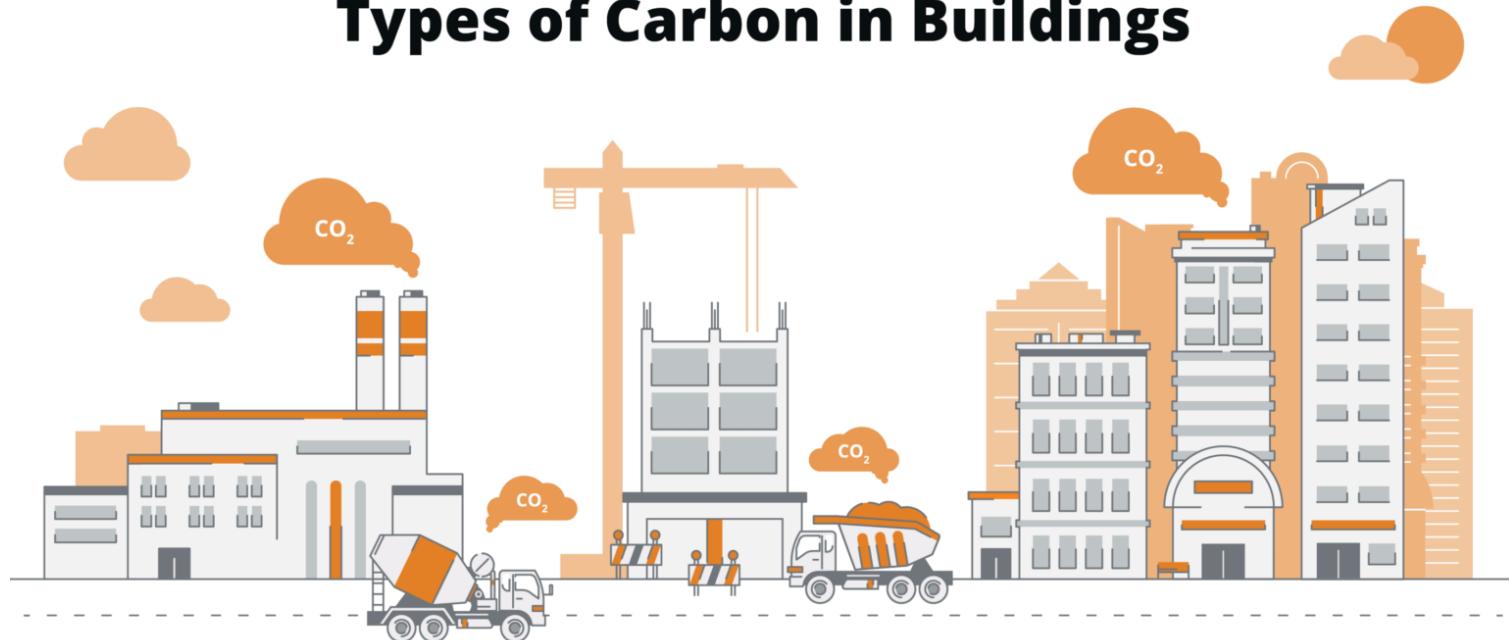


Životni ciklus zgrade

Kružno gospodarstvo?



Types of Carbon in Buildings



Embodied Carbon

The emissions from manufacturing, transportation, and installation of building materials.

Operational Carbon

The emissions from a building's energy consumption.

EPD | Prvi korak ka održivom projektiranju.

- » EPD – Izjava o utjecaju na okoliš
 - » Informacije o utjecaju građevnog proizvoda na okoliš tijekom njegovog životnog ciklusa
 - » Neovisno provjereni podaci
- » Osnova za LEED, DGNB, BREEAM certificiranje



Already best in class in GWP



Long lifetime up to 150 years



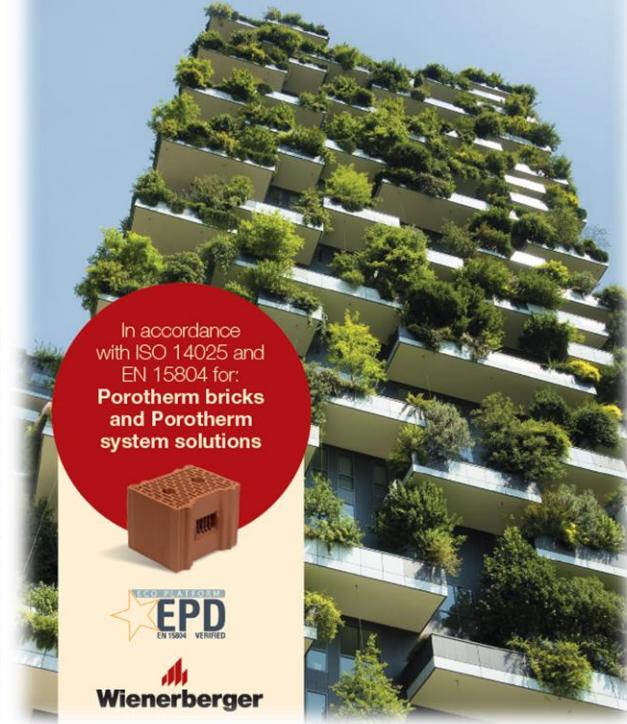
Huge recycling potential

Core indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	[kg CO ₂ eq.]	1,14E+02	6,40E+00	6,69E+00	0,00E+00	7,23E-01	6,20E-01	2,72E+00	8,56E-01	-2,28E+01
GWP-fossil	[kg CO ₂ eq.]	1,13E+02	6,42E+00	5,73E+00	0,00E+00	7,57E-01	6,22E-01	2,70E+00	8,79E-01	-2,04E+01
GWP-biogenic	[kg CO ₂ eq.]	9,08E-01	-6,30E-02	9,60E-01	0,00E+00	-3,90E-02	-6,10E-03	6,61E-03	-2,61E-02	-2,80E+00
GWP-luluc	[kg CO ₂ eq.]	4,21E-02	4,34E-02	2,01E-03	0,00E+00	4,91E-03	4,21E-03	8,25E-03	1,63E-03	3,36E-01
ODP	[kg CFC 11 eq.]	1,13E-10	6,33E-13	4,35E-12	0,00E+00	7,16E-14	6,13E-14	7,31E-12	2,09E-12	-1,23E-10
AP	[mol H ⁺ eq.]	1,87E-01	2,07E-02	6,84E-03	0,00E+00	3,67E-03	2,00E-03	1,33E-02	6,25E-03	-7,49E-02
EP-freshwater	[kg PO ₄ eq.]	5,95E-05	2,30E-05	2,41E-06	0,00E+00	2,60E-06	2,23E-06	6,20E-06	1,50E-06	6,52E-05
EP-marine	[kg N eq.]	4,13E-02	9,42E-03	1,60E-03	0,00E+00	1,71E-03	9,12E-04	6,20E-03	1,60E-03	-5,92E-03
EP-terrestrial	[kg N eq.]	4,53E-01	1,06E-01	1,85E-02	0,00E+00	1,90E-02	1,02E-02	6,84E-02	1,75E-02	-3,58E-02
POCP	[kg NMVOC eq.]	1,30E-01	1,86E-02	4,84E-03	0,00E+00	4,80E-03	1,80E-03	1,67E-02	4,85E-03	-1,38E-02
APD-minerals &metals	[kg Sb eq.]	1,25E-05	6,50E-07	4,32E-07	0,00E+00	7,35E-08	6,29E-08	3,07E-06	9,09E-08	8,53E-07
APD-fossil	[MJ]	1,73E+03	8,46E+01	5,83E+01	0,00E+00	9,57E+00	8,20E+00	5,12E+01	1,15E+01	1,82E+02
WDP	[m ³ world eq. extraced]	8,16E-01	7,21E-02	3,06E-01	0,00E+00	7,66E-04	6,99E-03	4,59E-01	9,62E-02	-3,67E-01



wienerberger
Building Solutions

EPD | ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

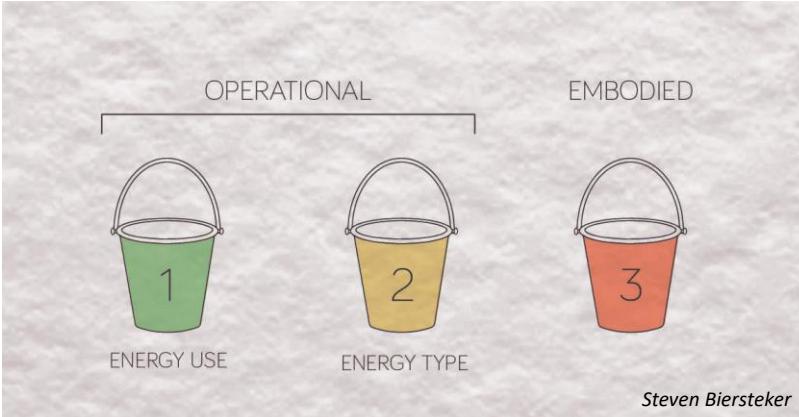


ECO PLATFORM
EPD
EN 15804 VERIFIED

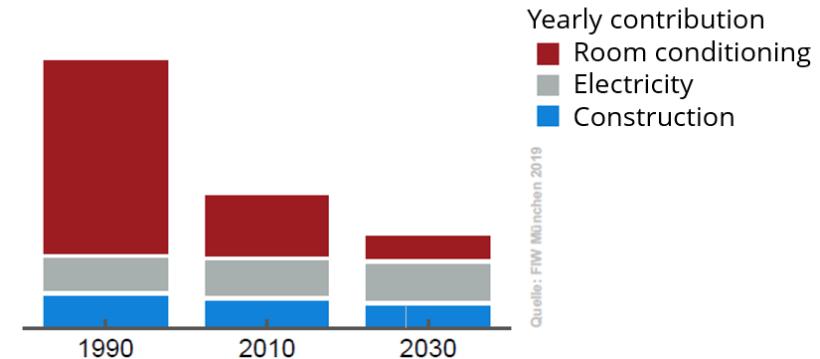
Wienerberger

CO_{2,eq} emisije

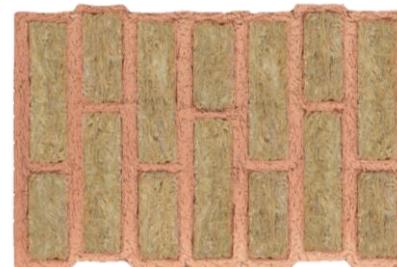
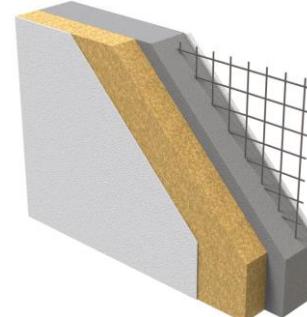
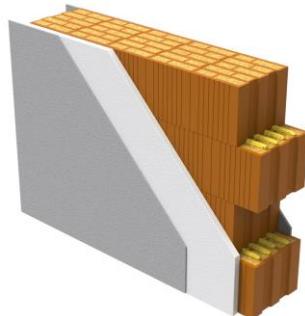
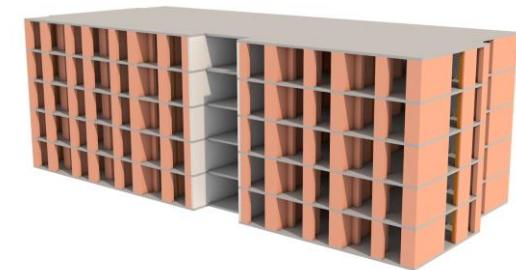
- » Potrošnja energije u zgradama znatno smanjena tijekom proteklih godina
- » Izbor materijala i proces gradnje sve više u fokusu za smanjenje CO₂



Primary energy demand for buildings



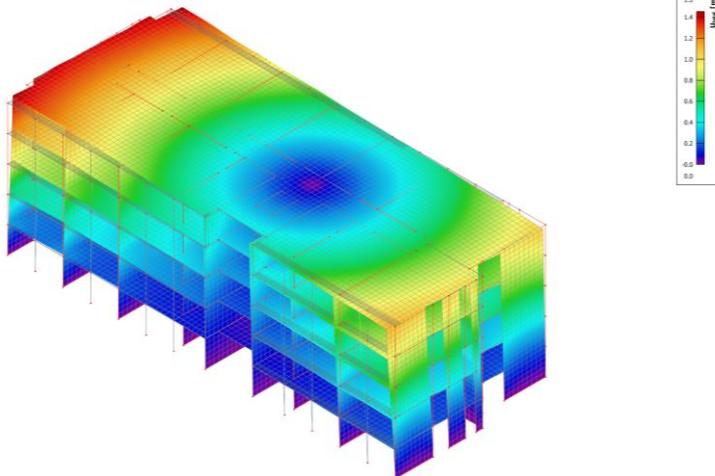
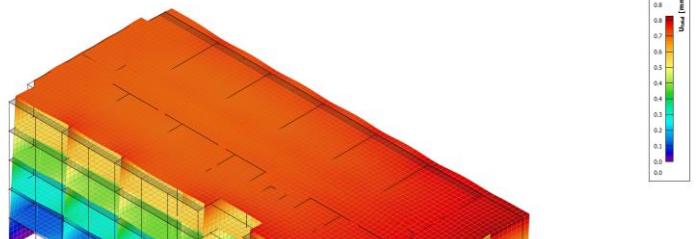
- » Neovisno istraživanje Građevinskog fakulteta (Zavod za materijale)
- » Višestambena zgrada (P+4), locirana u Zagrebu
- » Dva sustava gradnje
 - › **Armiranobetonska zgrada**
 - › **Omeđeno ziđe / Porotherm IZO Profi**



Istraživanje

Statička i potresna analiza

- » Proračun Zavoda za konstrukcije Građevinskog fakulteta u Zagrebu
- » Proračun prema Eurokod 8, Eurokod 2 i Eurokod 6
- » Potresno područje – Zagreb
- » **Obje varijante zgrade zadovoljavaju sve zahtjeve mehaničke otpornosti i stabilnosti**
- » Projektom obuhvaćeni svi građevni elementi, potrebne kvalitete kao i količine materijala (opeka, beton, armatura, ...)



Istraživanje

Energetska svojstva zgrade

- » Zadovoljeni **svi nZEB kriteriji** za obje varijante
- » Vanjski zidovi **$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- » Zrakonepropusnost zgrade → $n_{50}=1.5$
- » Mehanička ventilacija s rekuperacijom topline
 - › Učinkovitost 85 %
- » Grijanje i hlađenje zgrade → **dizalica topline**
 - › Prosječni COP = 3
- » **Fotonaponski sustav 130 m^2**
 - › mono-kristalični silicij
 - › $E_{el,pv,out}=22.088 \text{ kWh/a}$
- » Utjecaj toplinskih mostova



- ✓ $Q_{H,nd}$
- ✓ $Q_{C,nd}$
- ✓ E_{del}
- ✓ E_{prim}

Istraživanje

Metodologija

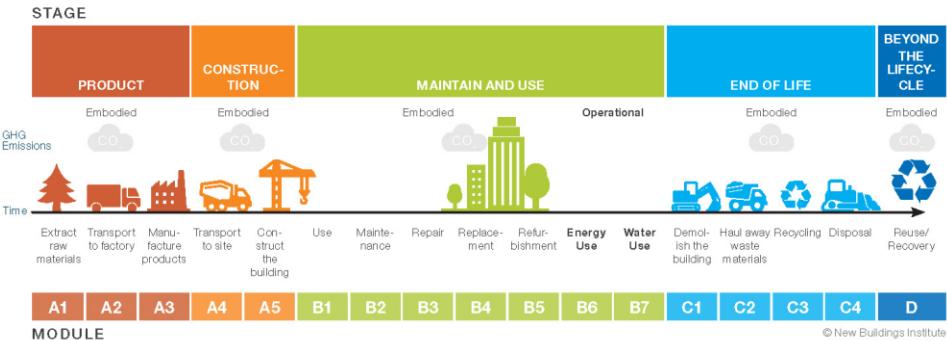
» Life-cycle assessment (LCA)

» Faze A-D

- » Kamionski transport materijala od **110 km** od lokacije gradnje
- » Izjave o utjecajima na okoliš (**EPD**) od proizvođača materijala ili Ecoinvent baza
- » Uključeno modeliranje emisija privremenih radova kao i otpada u procesu gradnje
- » Scenariji za kraj životnog ciklusa
 - » Recikliranje / ponovna uporaba / spaljivanje / odlaganje

FIGURE 1: LIFECYCLE STAGES

Data source: BS EN 15978:2011



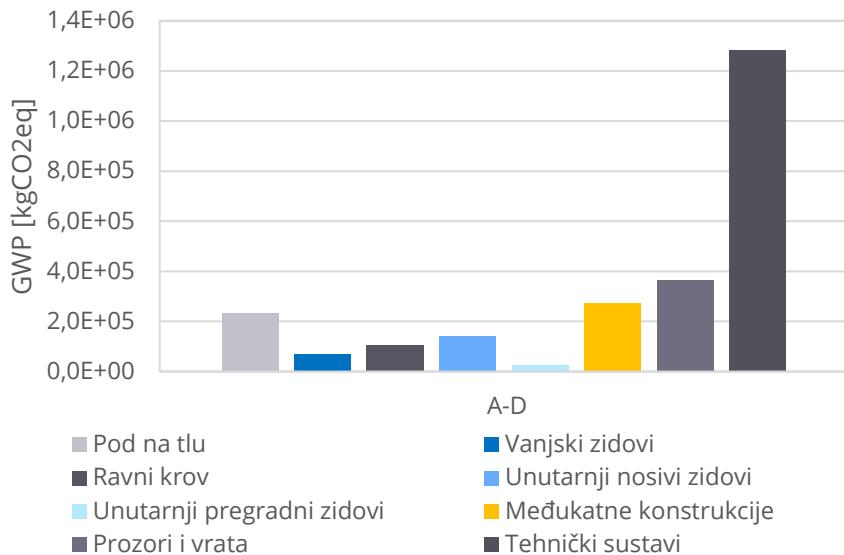
Modelirani elementi i sustavi:

- › Pod na tlu
- › Vanjski zidovi
- › Unutarnji nosivi zidovi
- › Unutarnji pregradni zidovi
- › Ravni krov
- › Međukatne konstrukcije
- › Prozori i vrata
- › Tehnički sustavi

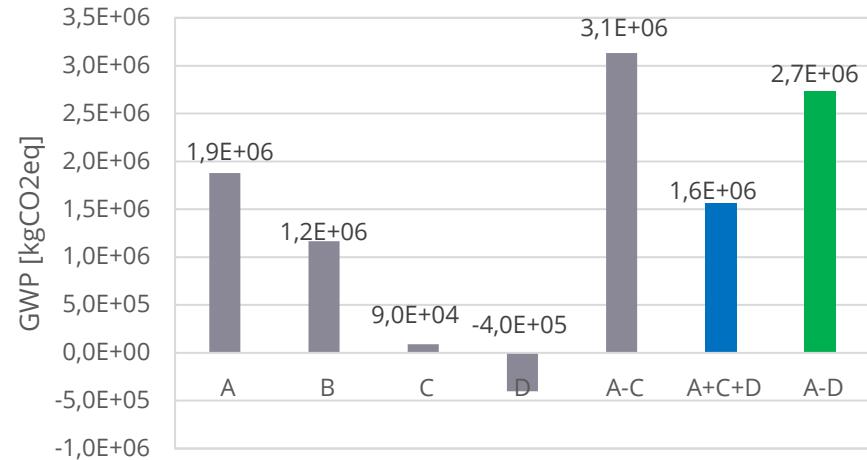
» A-D = 2.731 tona CO_{2,eq}

» A+C+D = 1.564 tona CO_{2,eq}

Gradični elementi ukupno A-D



Faze životnog ciklusa ukupno za sve građevne elemente

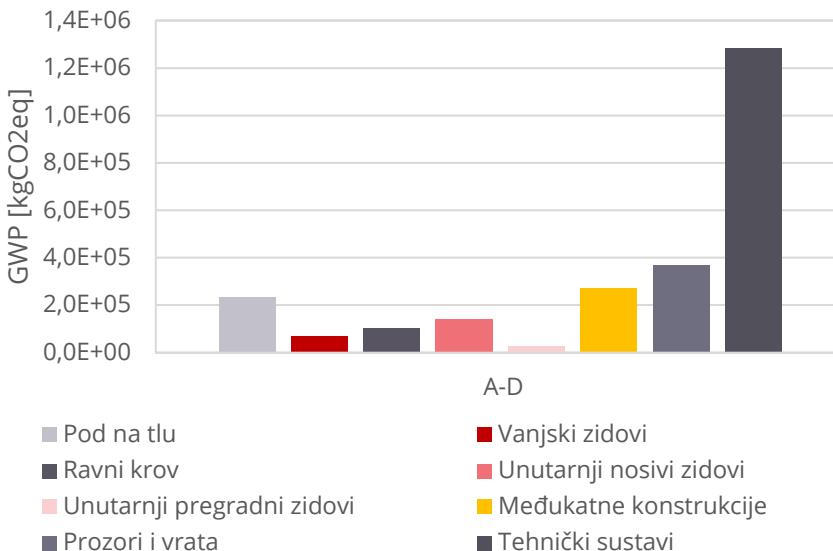


Rezultati | Omeđeno zidje (Porotherm IZO Profi i Porotherm Profi)

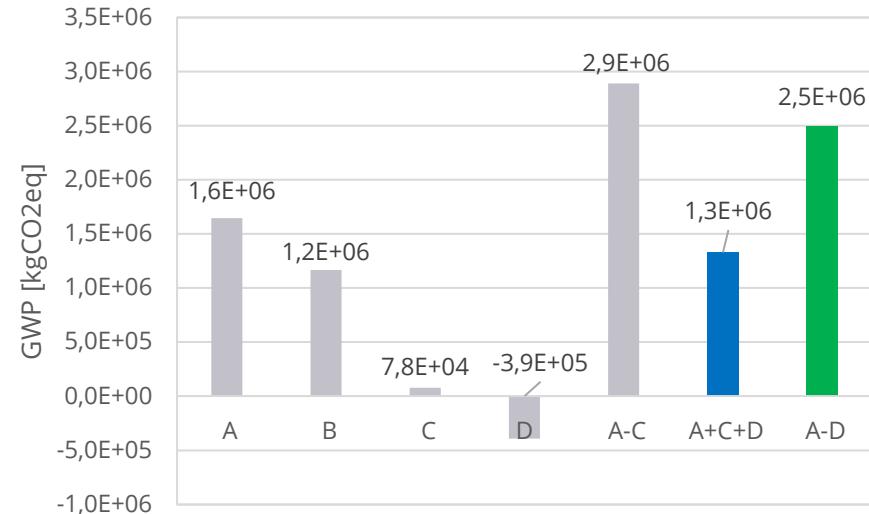
» A-D = 2.498 tona CO_{2,eq}

» A+C+D = 1.330 tona CO_{2,eq}

Građevni elementi ukupno A-D

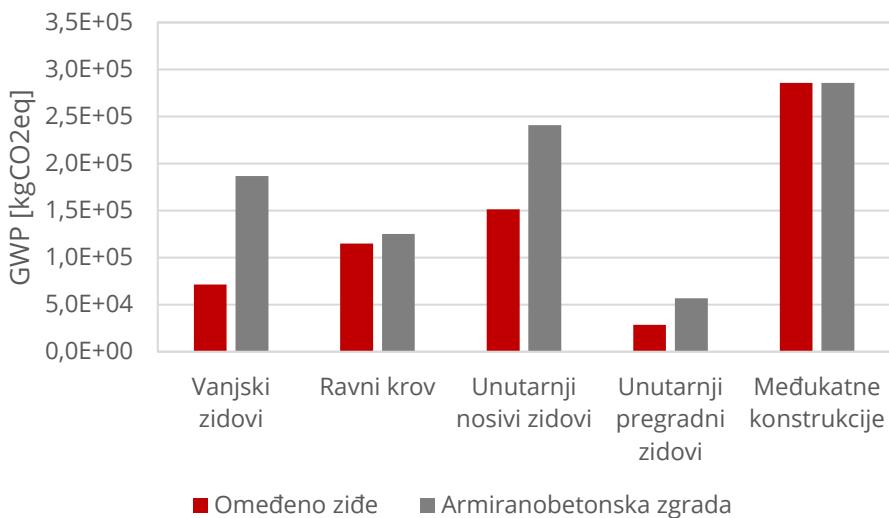


Faze životnog ciklusa ukupno za sve građevne elemente

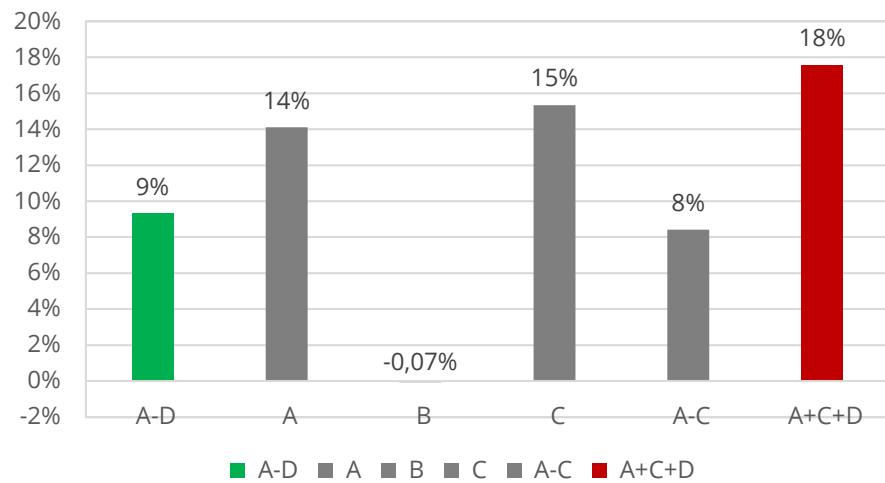


» A+C+D → 233 tone CO_{2,eq} manje u zgradi iz opeke! (18 %)

Građevni elementi ukupno A-C



Razlika doprinosa GWP pojedinih faza
- AB u odnosu na Omeđeno ziđe



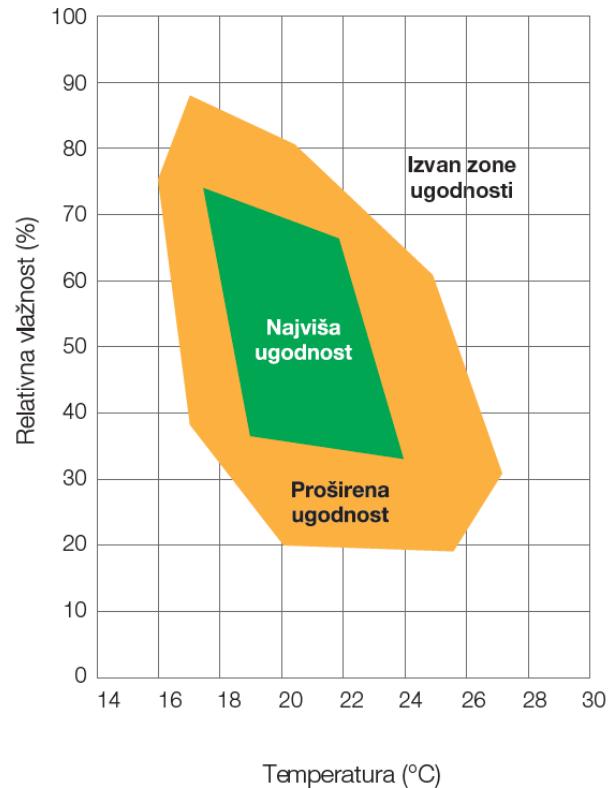
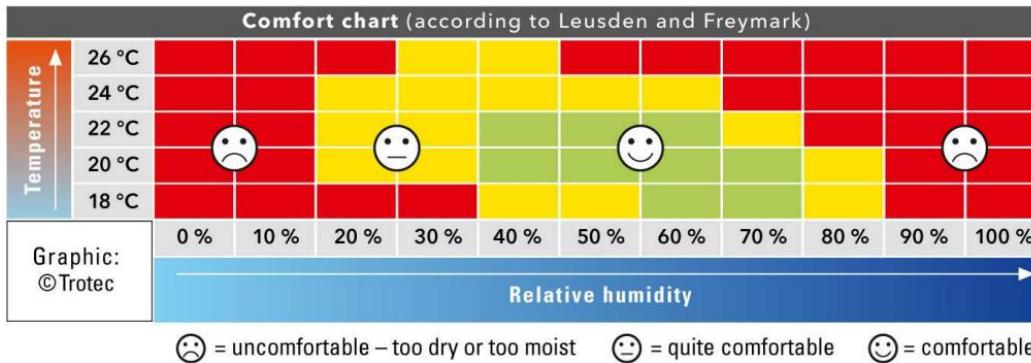
Koncept zdravog stanovanja



Vir: Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2017.
www.9foundations.forhealth.org/

Procjena unutarnje ugodnosti

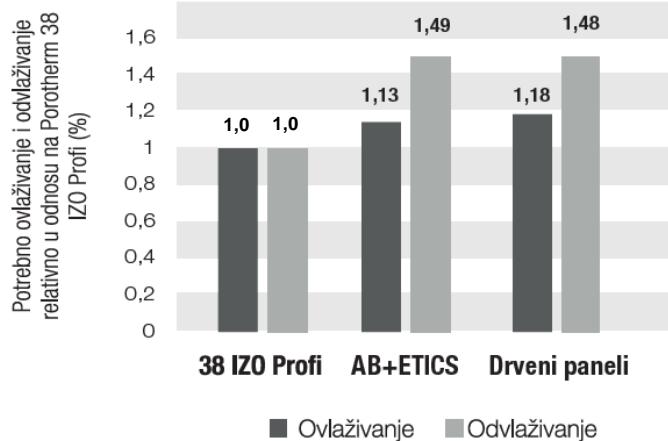
- » Kod procjene unutarnje ugodnosti, temperatura i relativna vlažnost unutarnjeg zraka ne mogu se međusobno isključiti
- » Masivnost ovojnica i raspored slojeva utječe na razvoj unutarnje temperature.



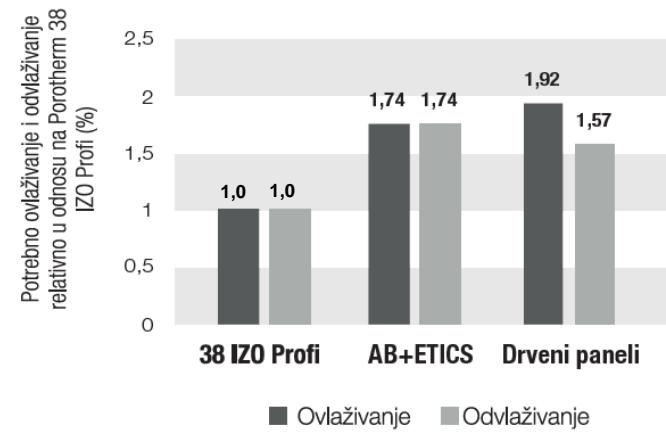
Utjecaj vanjske ovojnice na parametre higrotermalne udobnosti

- » Za kuću od Porotherm 38 IZO Profi opeke potrebno je značajno manje ovlaživanje, ali i odvlaživanje zraka nego što je to u slučaju drugih sustava
- » Rezultati upućuju na veći kapacitet regulacije relativne vlažnosti unutarnjeg zraka u slučaju vanjskih zidova od Porotherm 38 IZO Profi opeke

**Grijanje/hlađenje
+ prirodno provjetravanje**



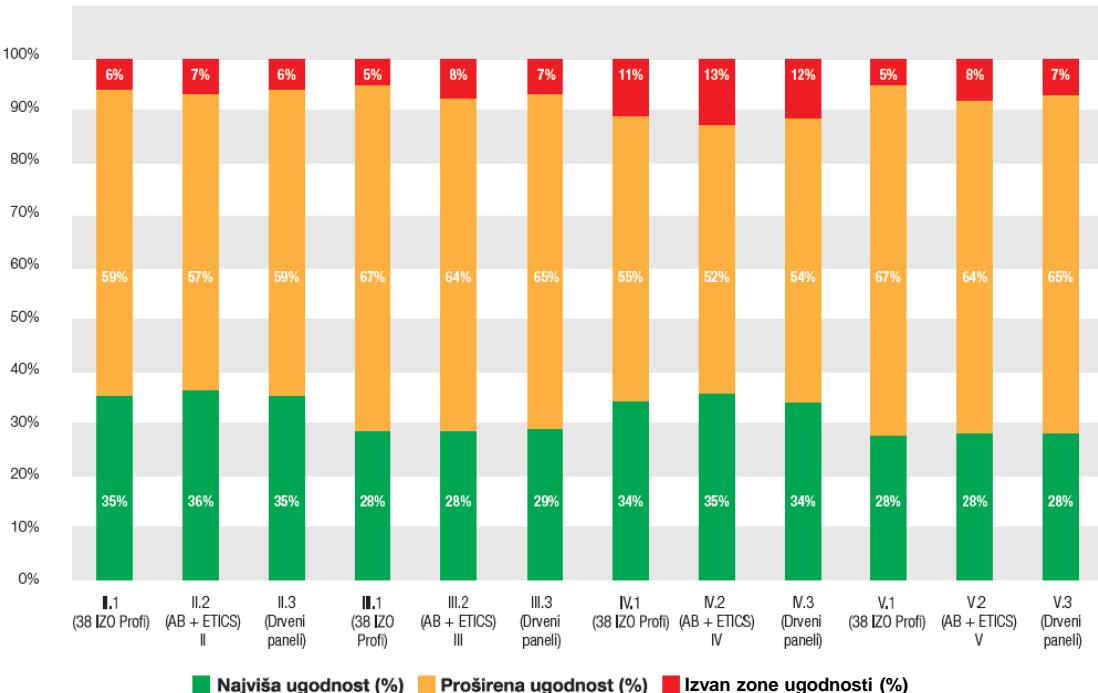
**Grijanje/hlađenje
+ mehanička ventilacija**



Utjecaj vanjske ovojnica na parametre higrotermalne udobnosti

Zaključak / Kuća od Porotherm 38 IZO Profi

- Vidljiv je pozitivan doprinos Porotherm 38 IZO Profi opeke na regulaciju unutarnje ugodnosti
 - Unutarnji uvjeti najmanji postotak vremena izvan zona ugodnosti
 - Razlika u odnosu na ostale sustave vanjskih zidova postaje izraženija ukoliko tehnički sustavi ne predviđaju aktivno ovlaživanje i odvlaživanje zraka



Vremenska distribucija razina unutarnje ugodnosti u proračunskom periodu od jedne godine

Zaključak

- » Pažljivim izborom materijala i vrste konstrukcijskog sustava moguće je značajno smanjiti CO_{2,eq} emisije zgrade (utjecaje na okoliš)
- » Opeka pozitivno doprinosi regulaciji unutarnje ugodnosti
- » Moguće je izgraditi zidane objekte koji su sigurni za sve predvidive intenzitete potresa u Hrvatskoj!





Hvala na pažnji!

Amel Emkić, mag. ing. grad.
Product Manager Wall - Wienerberger Adriatic
amel.emkic@wienerberger.com

wienerberger