



Wienerberger Digital Roadshow

Zdravo stanovanje / e⁴

dr. sc. Marina Bagarić, mag. ing. aedif.
Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

we are wienerberger

1

NEGATIVAN utjecaj aktivnosti građevinskog sektora i zgrada na okoliš

we are wienerberger



40 % Potrošnje **energije**

50 % Iskorištenja **prirodnih sirovina**



30-50 % Sveukupnog europskog **otpada**

30-40 % Emisije **CO₂**



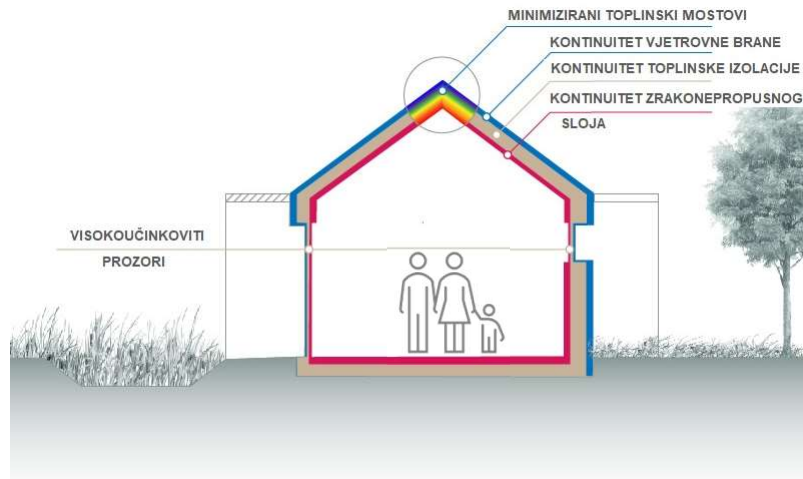
3/16/2021

2

2

TOPLINSKI vrlo dobro izolirane i **ZRAKONEPROPUSNE** ovojnice zgrada

we are wienerberger



(<http://architecture-bynature.com/design-principles/>)

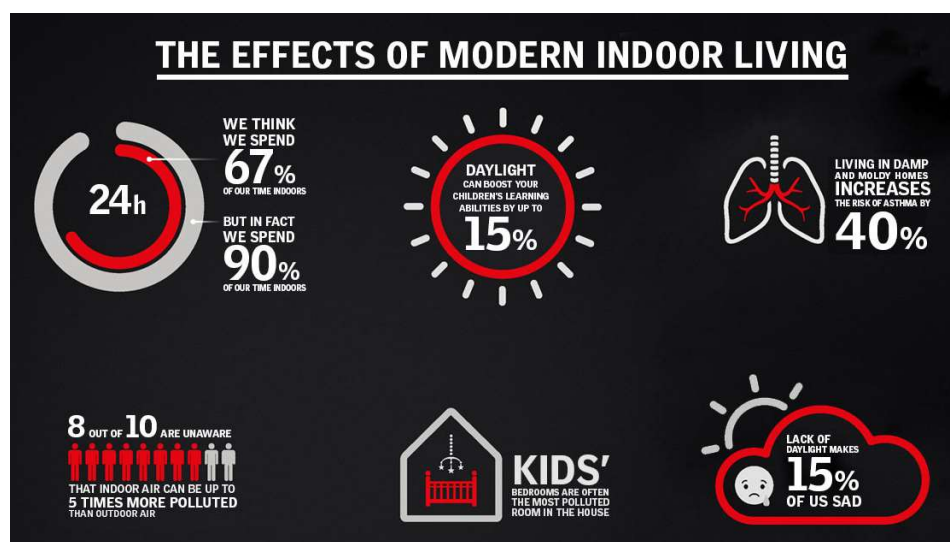
3/16/2021

3

3

IZGRAĐENI OKOLIŠ (eng. *Built Environment*)

we are wienerberger



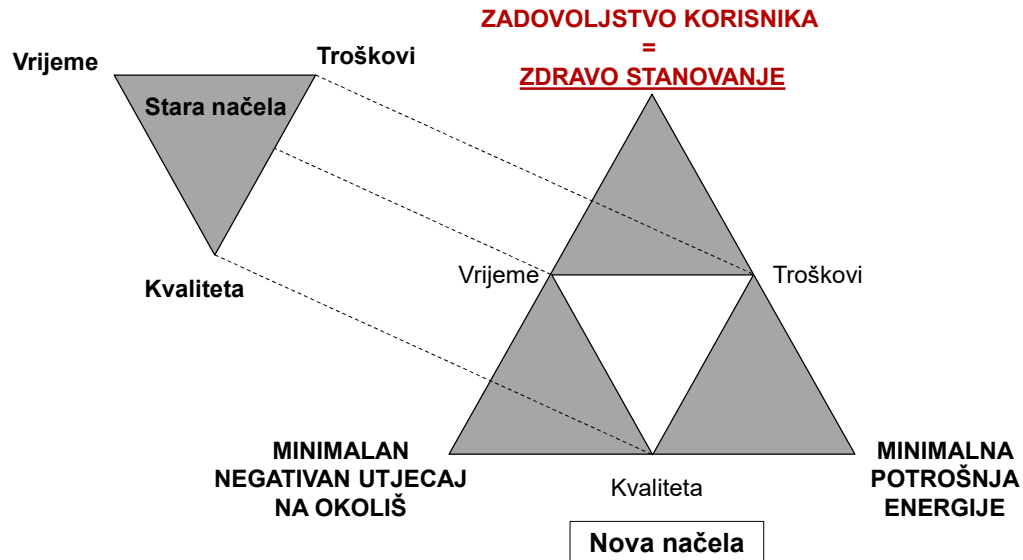
3/16/2021

4

4

PROMJENA PARADIGME

we are wienerberger



3/16/2021

(Vanegas, DuBose & Pearce, 1995.)

5

5

ZDRAVO STANOVANJE (eng. Healthy living)

we are wienerberger



(<http://architecture-bynature.com/design-principles/>)

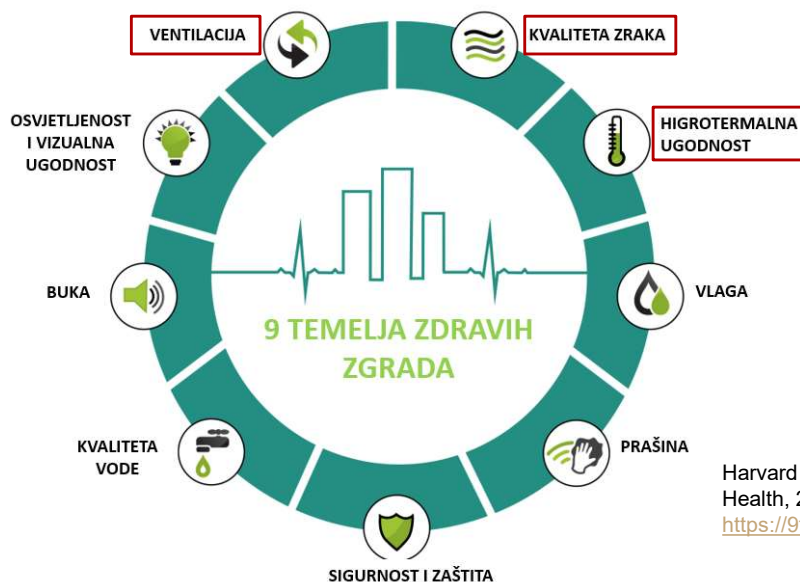
3/16/2021

6

6

ZDRAVO STANOVANJE (eng. Healthy living)

we are wienerberger



Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2017.
<https://9foundations.forhealth.org/>

3/16/2021

7

7

PREPORUČENE VRIJEDNOSTI parametara ugodnosti i kvalitete zraka prema HRN EN 16798-1:2019

we are wienerberger

Kategorija	T _{grijanje} [°C]	T _{hlađenje} [°C]	RH [%]	CO ₂ [ppm]
I	21 – 25	23,5 – 25,5	30 – 50	950
II	20 – 25	23 – 26	25 – 60	1200
III	18 – 25	22 – 27	20 – 70	1750
IV	17 – 25	21 – 28	< 20 ; > 70	> 1750

- **Kategorija I** predstavlja visoku razinu očekivanja.
- **Kategorija II** predstavlja srednju razinu očekivanja.
- **Kategorija III** umjerenu (ograničenu) razinu.
- **Kategorija IV** nisku razinu očekivanja.

3/16/2021

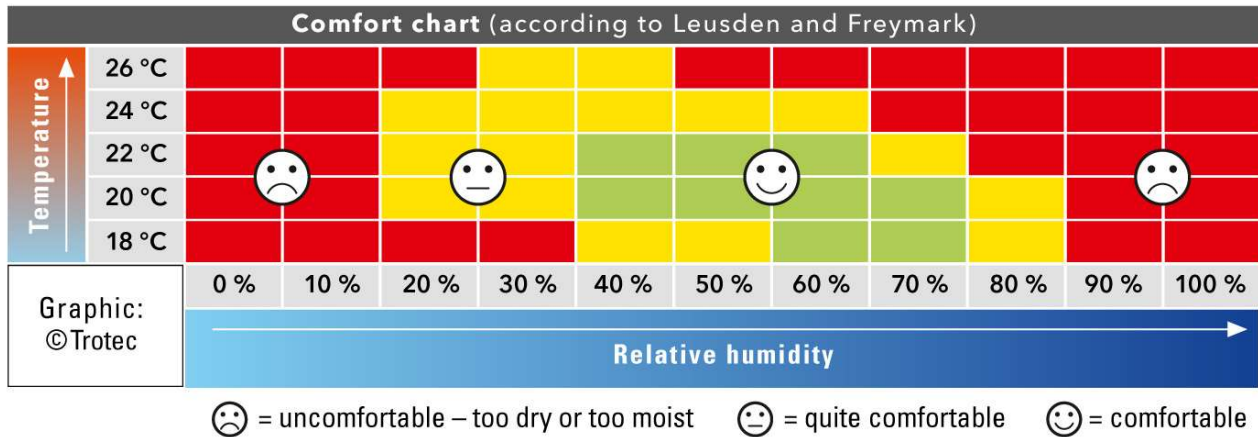
8

8

HIGROTERMALNA UGODNOST

we are wienerberger

Which room climate makes you feel most comfortable?



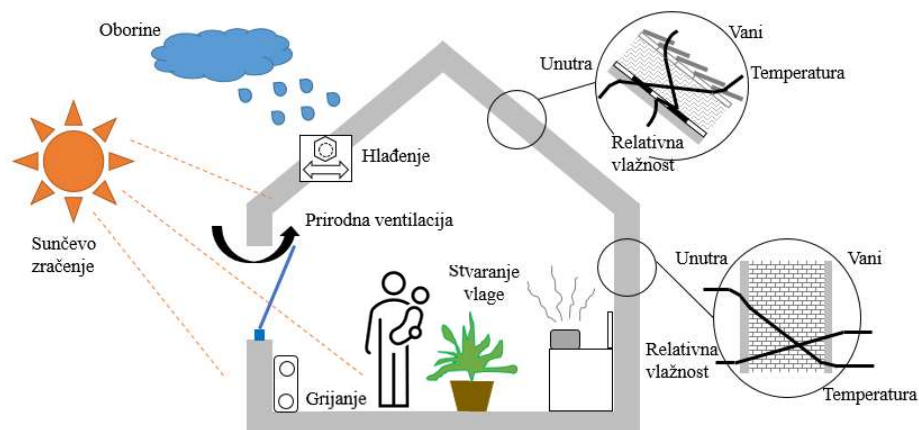
3/16/2021

9

9

VANJSKA OVOJNICA ZGRADE – higrotermalno ponašanje

we are wienerberger



3/16/2021

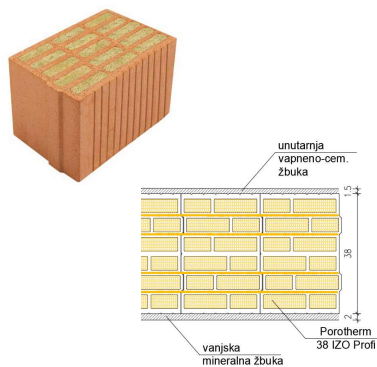
10

10

UTJECAJ RAZLIČITIH SUSTAVA VANJSKIH ZIDOVA NA ZDRAVO STANOVANJE?

we are wienerberger

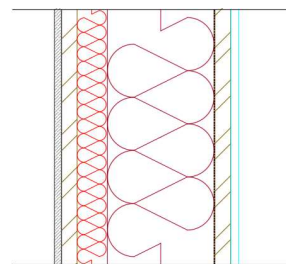
- Porothem 38 IZO Profi + vanjska mineralna žbuka



- Armirano betonski zid + ETICS (EPS)



- Lagani drveni zidni panel



3/16/2021

$U = 0,177 \text{ W/m}^2\text{K}$

11

11

WIENERBERGER e⁴ KUĆA

we are wienerberger



Emocije



Energija



Ekologija



Ekonomija

3/16/2021

12

12

ANALIZIRANE VARIJANTE PRORAČUNA

we are wienerberger

VARIJANTA I

- Zgrada bez tehničkih sustava i bez provjetravanja

VARIJANTA II

- Zgrada s tehničkim sustavima i prirodnim provjetravanjem (otvaranje prozora)

VARIJANTA III

- Zgrada s tehničkim sustavima i mehaničkom ventilacijom

VARIJANTA IV

- Zgrada s tehničkim sustavima i prirodnim provjetravanjem (otvaranje prozora), ali BEZ ovlaživanja i odvlaživanja zraka

VARIJANTA V

- Zgrada s tehničkim sustavima i mehaničkom ventilacijom, ali BEZ ovlaživanja i odvlaživanja zraka

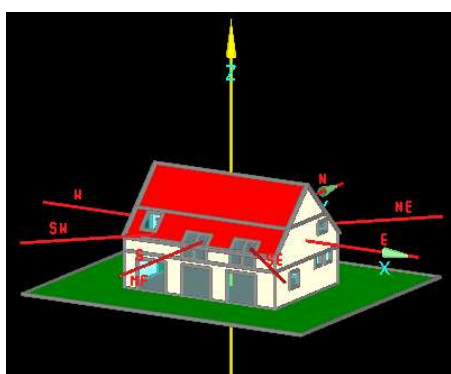
3/16/2021

13

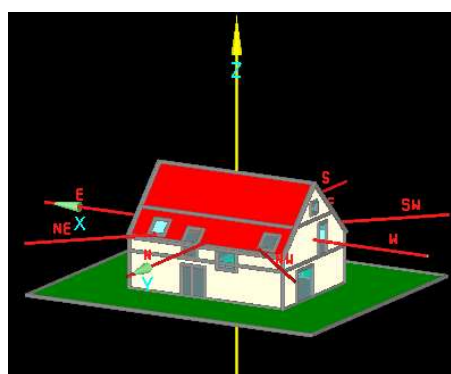
13

Holistički alat WUFI® Plus

we are wienerberger



južno i istočno pročelje e⁴ kuće



sjeverno i zapadno pročelje e⁴ kuće

- Higrotermalne i energetske simulacije na razini cijele zgrade (3D proračuni)

3/16/2021

14

14

ULAZNI PARAMETRI PRORAČUNA

we are wienerberger

- **Karakteristike materijala:** Wienerberger, WUFI® Plus baza materijala
- **Proračunski period:** 1 godina (01.01. – 01.01.)
- **Vremenski korak proračuna:** 1 sat
- **Lokacija:** Zagreb Maksimir
- **Početni uvjeti unutarnjeg okoliša:** $T_{zrak}=20^{\circ}\text{C}$, $RH_{zrak}=55\%$, $\text{CO}_2=400$ ppm
- **Unutarnji izvori topline, vlage, CO_2 :** četveročlana obitelj
- **Infiltracija zraka pri prirodnoj razlici tlakova:** 0,1 [1/h]
- **Ventilacijski gubici:** nema provjetravanja ili prirodno provjetravanje (otvaranje prozora) ili mehaničko provjetravanje uz rekuperaciju topline i vlage
- **Tehnički sustavi:** nema sustava ili uključeni sustavi grijanja, hlađenja, ovlaživanja i odvlaživanja unutarnjeg zraka

3/16/2021

15

15

GRANIČNE (min i max) vrijednosti za koje se pojedini sustav uključuje

we are wienerberger

Parametar unutarnjeg zraka	Vrijednost	Opis
$T_{\text{MIN}} [^{\circ}\text{C}]$	20	Ispod ove vrijednosti uključuje se sustav grijanja.
$T_{\text{MAX}} [^{\circ}\text{C}]$	25	Iznad ove vrijednosti uključuje se sustav hlađenja.
$RH_{\text{MIN}} [\%]$	30	Ispod ove vrijednosti uključuje se sustav ovlaživanja.
$RH_{\text{MAX}} [\%]$	65	Iznad ove vrijednosti uključuje se sustav odvlaživanja.
$\text{CO}_{2,\text{MAX}} [\text{ppm}]$	700	Mehanička ventilacija je zadužena da se ne prekoračuje ova vrijednost.

3/16/2021

16

16

REZULTATI PRORAČUNA

we are wienerberger

- Razvoj temperature i relativne vlažnosti unutarnjeg zraka
- Energija za grijanje i hlađenje potrebna za osiguranje željenih uvjeta toplinske ugodnosti
- Ovlaživanje i odvlaživanje unutarnjeg zraka potrebno za osiguranje željenih razina relativne vlažnosti
- Kvaliteta unutarnjeg zraka (koncentracija CO₂)

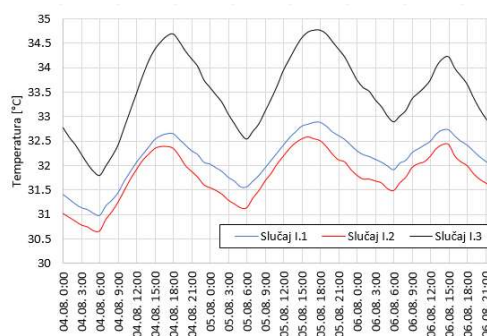
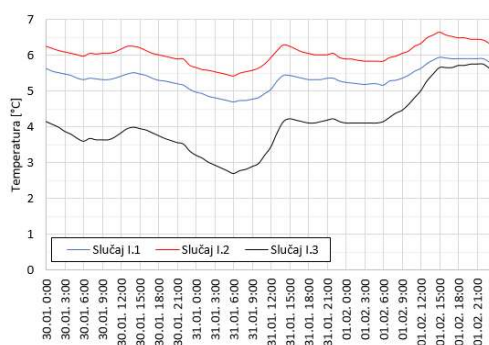
3/16/2021

17

17

RAZVOJ TEMPERATURE UNUTARNJEG ZRAKA – BEZ RADA TEHNIČKIH SUSTAVA (Varijanta I)

we are wienerberger



Slučaj	T _{max} [°C]	T _{min} [°C]
I.1 (38 IZO Profi)	32,89	4,69
I.2 (AB + ETICS)	32,58	5,43
I.3 (Drveni panel)	34,77	2,69

3/16/2021

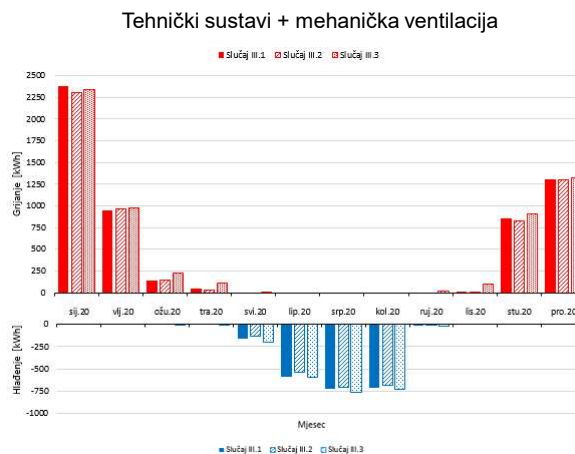
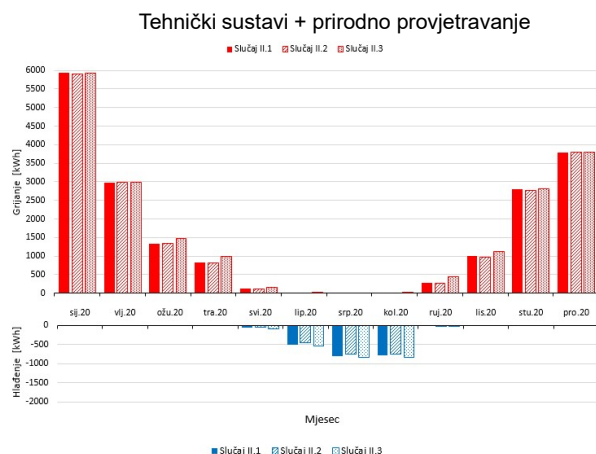
Masivnost elemenata ovojnice utječe na stabilizaciju temperature unutarnjeg zraka.

18

18

UKLJUČENI TEHNIČKI SUSTAVI (Varijanta II i Varijanta III)

we are wienerberger



Ovojnica s vanjskim zidovima od Porotherm 38 IZO Profi opeke ima toplinsko ponašanje bliže vanjskim zidovima od armiranog betona nego drvenim panelima.

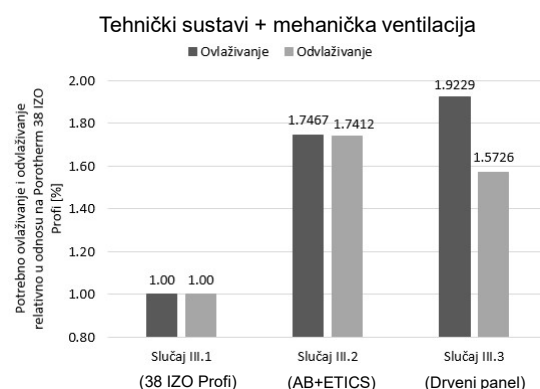
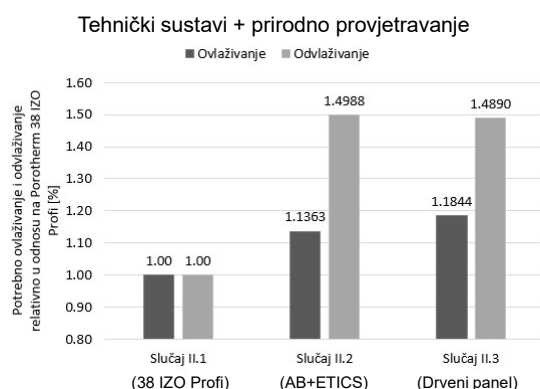
3/16/2021

19

19

UKLJUČENI TEHNIČKI SUSTAVI (Varijanta II i Varijanta III)

we are wienerberger



Za analiziranu kuću s vanjskim zidovima od **Porotherm 38 IZO Profi** opeke potrebno je **značajno manje ovlaživanje**, ali i **odvlaživanje zraka** nego što je to u slučaju **armirano betonskih zidova s ETICS sustavom na bazi EPS-a** i vanjskih zidova od **drvenih panela**. Odnošno, rezultati upućuju na veći kapacitet regulacije relativne vlažnosti unutarnjeg zraka u slučaju vanjskih zidova od Porotherm 38 IZO Profi opeke, ali i unutarnjih zidova od opeke.

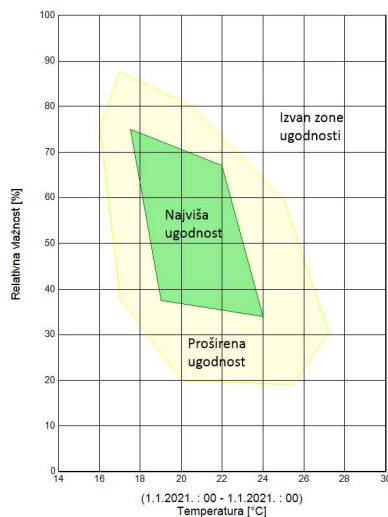
3/16/2021

20

20

PROCJENA UNUTARNJE UGODNOSTI

we are wienerberger

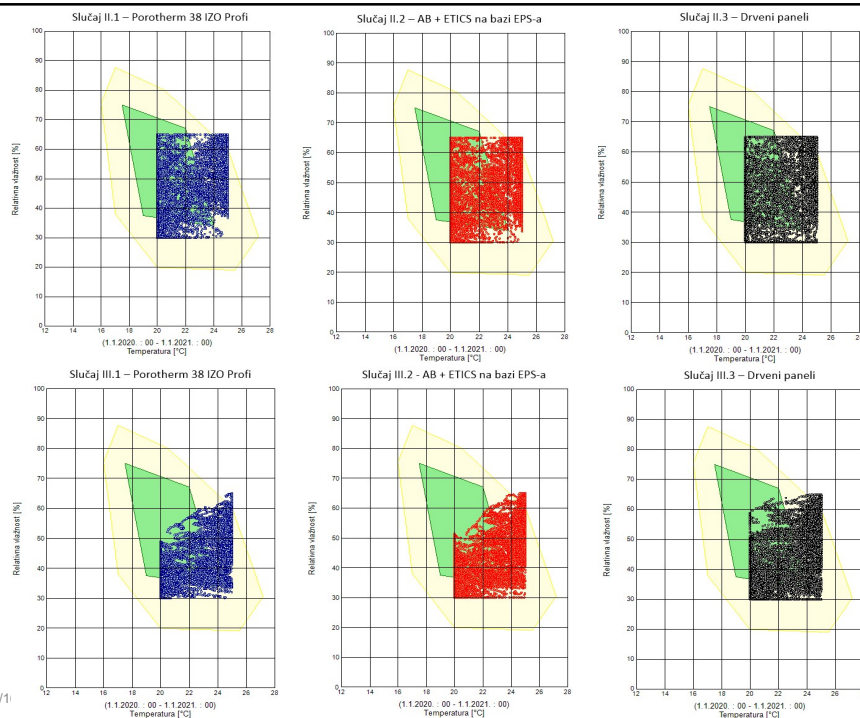


- Kod procjene unutarnje ugodnosti, temperatura i relativna vlažnost unutarnjeg zraka ne mogu se međusobno isključiti.
- Masivnost ovojnice i raspored slojeva utječe na razvoj unutarnje temperature, dok karakteristike materijala odgovorne za transport i pohranu vlage, uz raspored slojeva, utječu na razvoj relativne vlažnosti unutarnjeg zraka.

3/16/2021

21

21



we are wienerberger

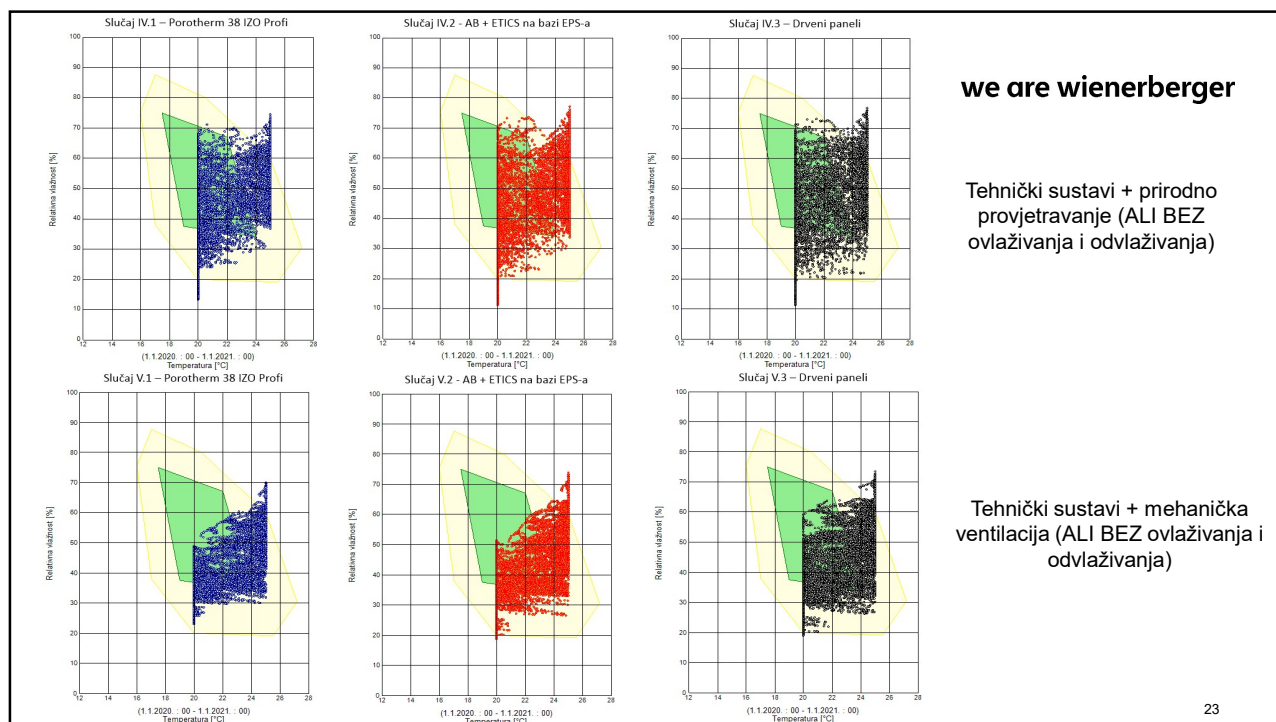
Tehnički sustavi + prirodno
provjetravanje

Tehnički sustavi + mehanička
ventilacija

3/1

22

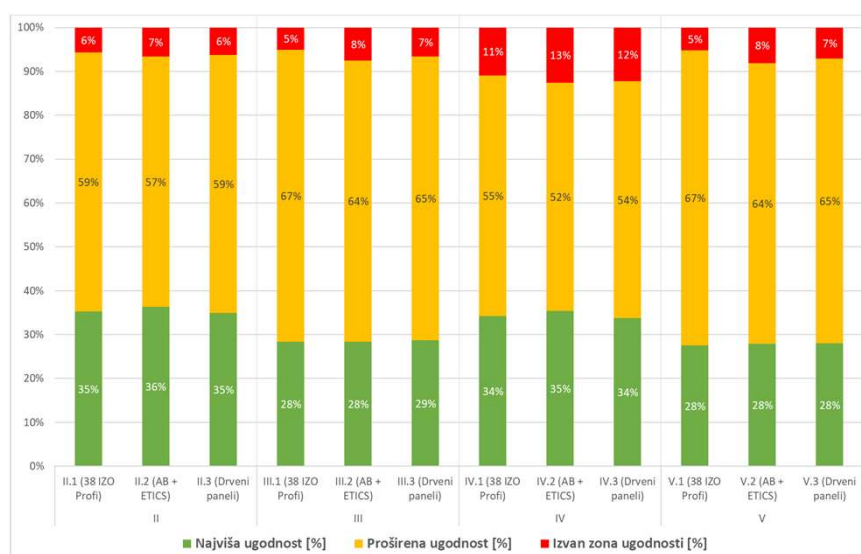
22



23

VREMENSKA DISTRIBUCIJA razina unutarnje ugodnosti u proračunskom periodu od jedne godine (8760 sati)

we are wienerberger



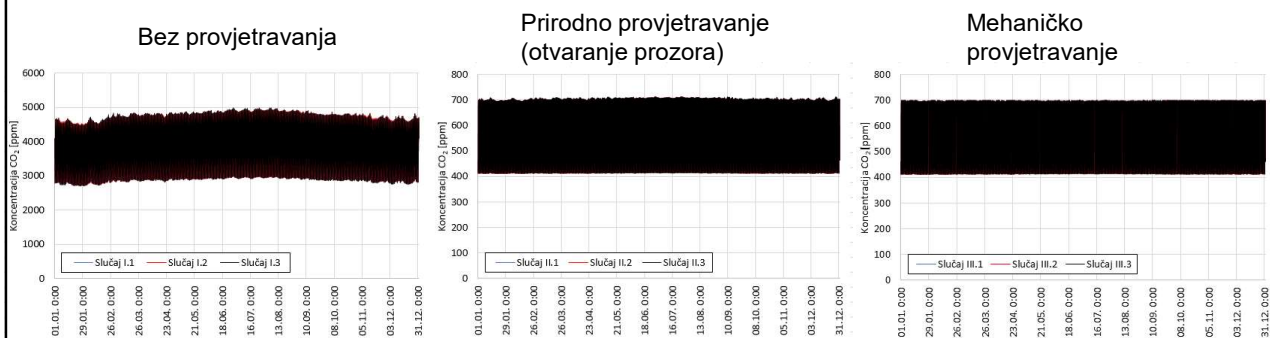
3/16/2021

24

24

KVALITETA UNUTARNJEG ZRAKA – koncentracija CO₂

we are wienerberger



Kvaliteta unutarnjeg zraka u vidu koncentracije CO₂ ovisi isključivo o provjetravanju prostora!
Sustavi ovojnice i materijali ne utječu na koncentraciju CO₂.

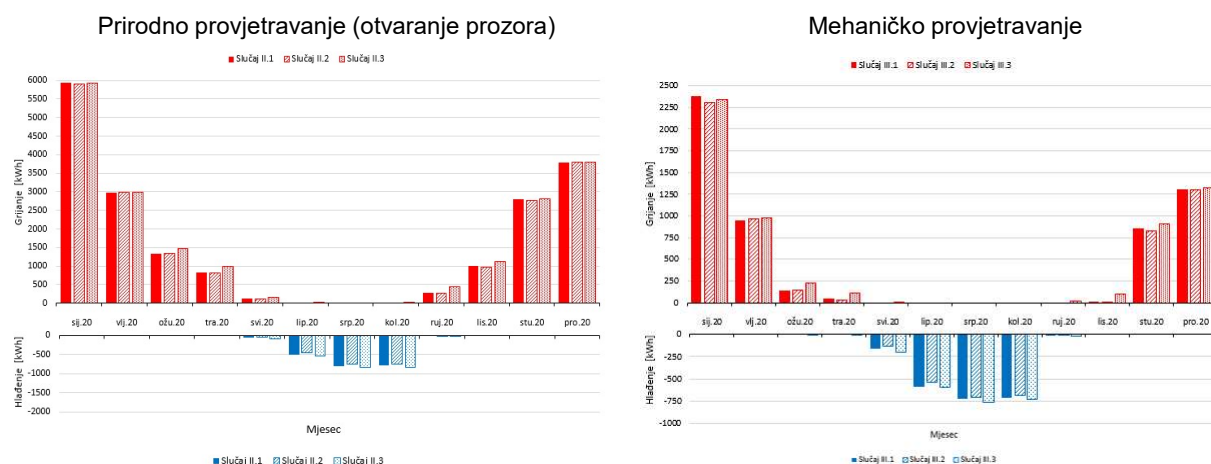
3/16/2021

25

25

KVALITETA UNUTARNJEG ZRAKA – koncentracija CO₂

we are wienerberger



Mehanička ventilacija rezultira sa više od 3 puta manjom energijom za grijanje te preko 11 puta manjom potrebom za ovlaživanje zraka (Porotherm 38 IZO Profi)!

3/16/2021

26

26

HVALA NA PAŽNJI!

we are wienerberger

dr. sc. Marina Bagarić, mag. ing. aedif.
Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
marina.bagaric@grad.unizg.hr

3/16/2021

27