

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



ZGRADE³⁺

SIGURNOST UGODNOST KVALITETA



www.mapei.hr



ALUKÖNIGSTAHL
SCHÜCO JANSEN



baumit.com



ZAJEDNICA
DAVATELJA PVC SUSTAVA
ZA GRAĐEVINSKU STOLARIJU
Hrvatska gospodarska komora

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uređenja, graditeljstva i
državne imovine

AGC
Your Dreams, Our Challenge



BOSCH
Tehnologija za život

knaufinsulation

profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP
KBE KÖMMERLING TROCAL

Wienerberger

baldinī
studīo

NG
Novi građevinski elementi d.o.o.

VELUX®

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



Analiza utjecaja sustava ovojnica na zdravo stanovanje

Predavač: dr.sc. Marina Bagarić

doc.dr.sc. Bojan Milovanović

Gradjevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu



www.mapei.hr



ALUKÖNIGSTAHL
SCHÜCO JANSSEN



baumit.com



ZAJEDNICA
DAVATELJA PVC SUSTAVA
ZA GRAĐEVINSKU STOLARIJU
Hrvatska gospodarska komora

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uređenja, graditeljstva i
državne imovine

AGC
Your Dreams, Our Challenge

BOSCH
Tehnologija za život

knaufinsulation

profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP
KBE KÖMMLING TROCAL

Wienerberger

baldinistudio

NG
Novi građevinski elementi d.o.o.

VELUX®



NEGATIVAN utjecaj aktivnosti građevinskog sektora i zgrada na okoliš



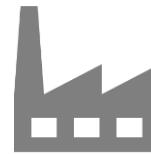
40 % Potrošnje energije

50 % Iskorištenja prirodnih sirovina



30-50 % Sveukupnog europskog otpada

30-40 % Emisije CO₂

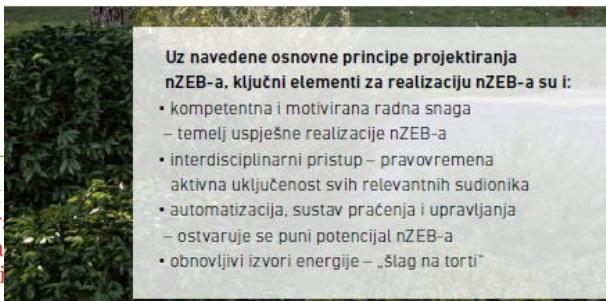
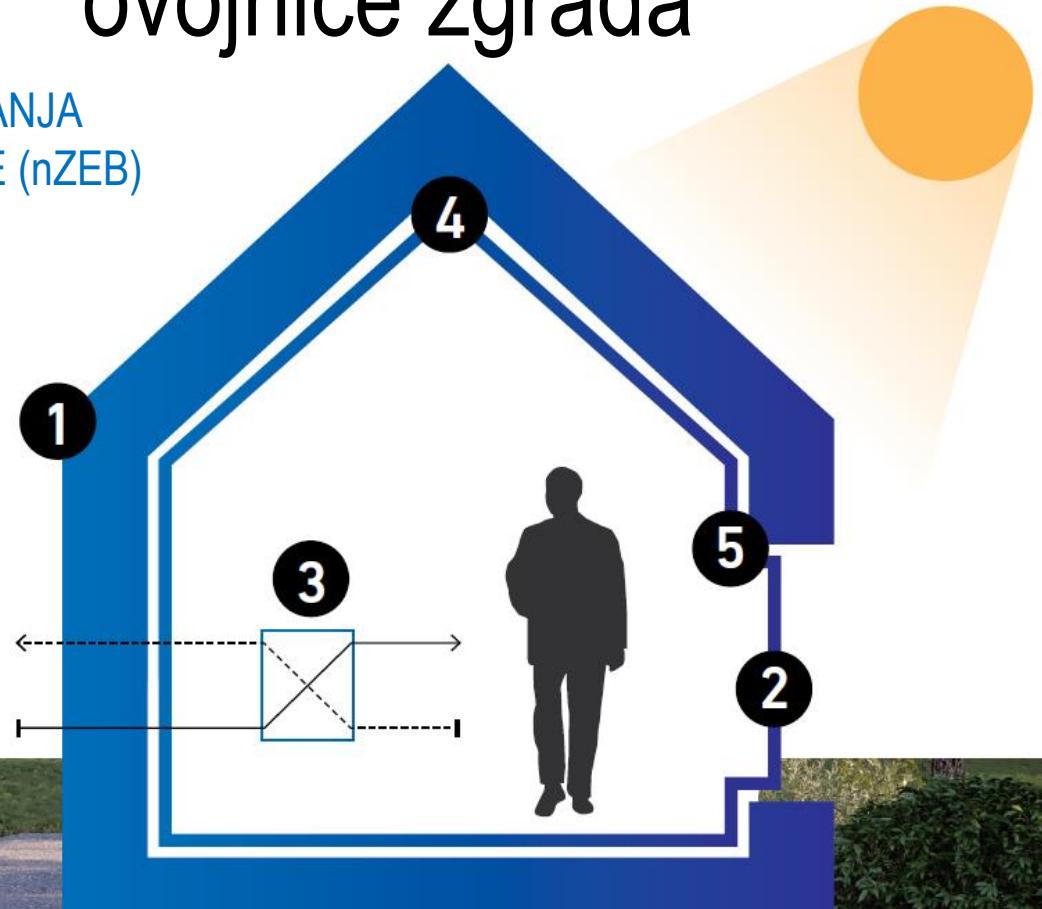




TOPLINSKI vrlo dobro izolirane i ZRAKONEPROSUPNE ovojnice zgrada

5 OSNOVNIH PRINCIPIA PROJEKTIRANJA ZGRADE GOTOVU NULTE ENERGIJE (nZEB)

- 1 — TOPLINSKA IZOLACIJA – kontinuitet!
- 2 — Visoko učinkoviti PROZORI
- 3 — MEHANIČKA VENTILACIJA
- 4 — ZRAKONEPROSUPNI SLOJ – kontinuitet!
- 5 — Minimizirani TOPLINSKI MOSTOVI





IZGRAĐENI OKOLIŠ (eng. *Built Environment*)

➤ UTJECAJ MODERNOG ŽIVOTA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Što mislite, koliko vremena čovjek provodi u zatvorenom prostoru?

Što mislite, je li zrak u zatvorenim prostorima zagađeniji od vanjskog zraka?

MISLIMO DA PROVODIMO
67 %
svog vremena
u zatvorenim
prostорима



ALI ZAPRAVO PROVODIMO
90 %
svog vremena
u zatvorenim
prostорима

8 OD 10 LJUDI NIJE SVJESNO DA ZRAK U ZATVORENIM PROSTORIMA MOŽE BITI DO 5 PUTA VIŠE ZAGAĐEN OD VANJSKOG ZRAKA





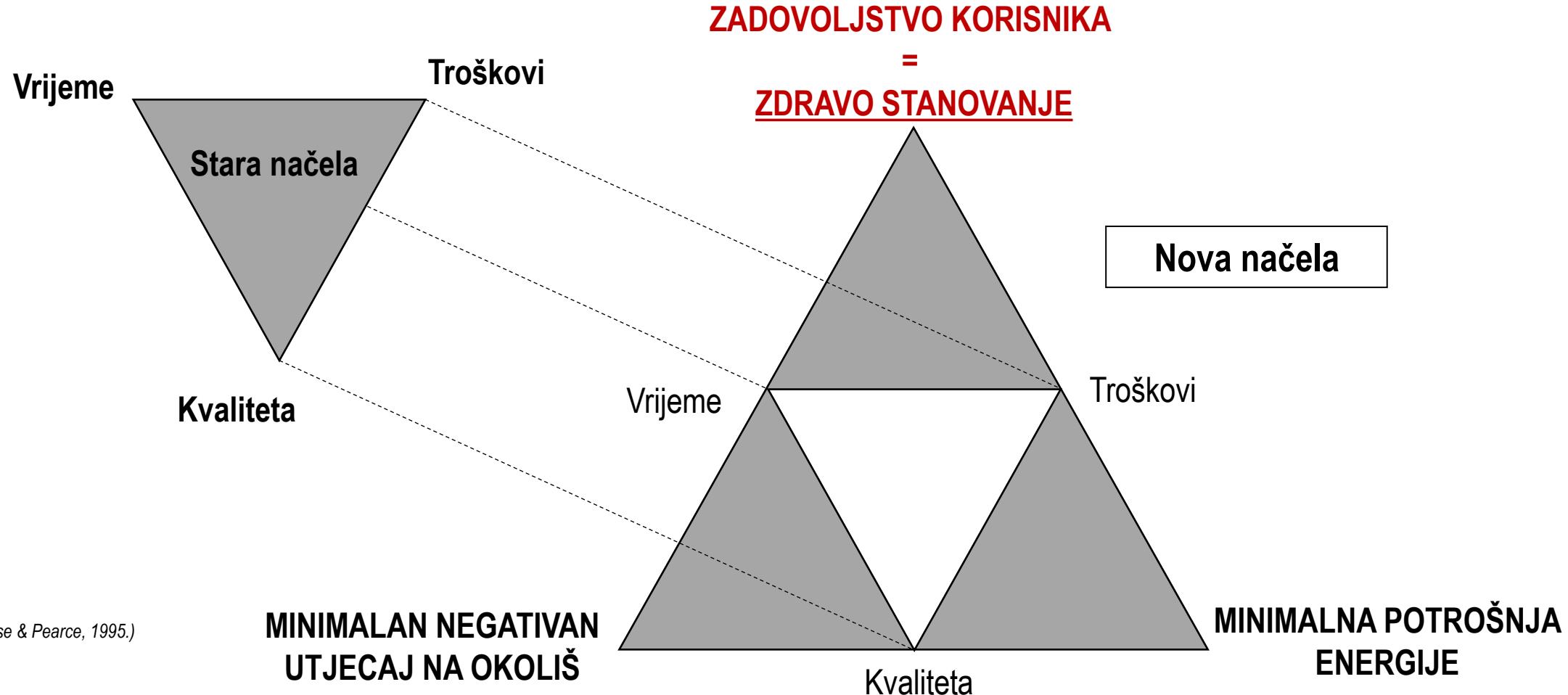
IZGRAĐENI OKOLIŠ (eng. *Built Environment*)

➤ UTJECAJ MODERNOG ŽIVOTA U ZATVORENIM PROSTORIMA





PROMJENA PARADIGME



Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture

K L A S T E R
nZEB.hr

ZDRAVO STANOVANJE (eng. *Healthy living*)



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



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uređenja, graditeljstva i
državne imovine

AGC
Your Dreams, Our Challenge

BOSCH
Tehnologija za život

knaufinsulation

profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP
KBE KÖMMERLING TROCAL

Wienerberger

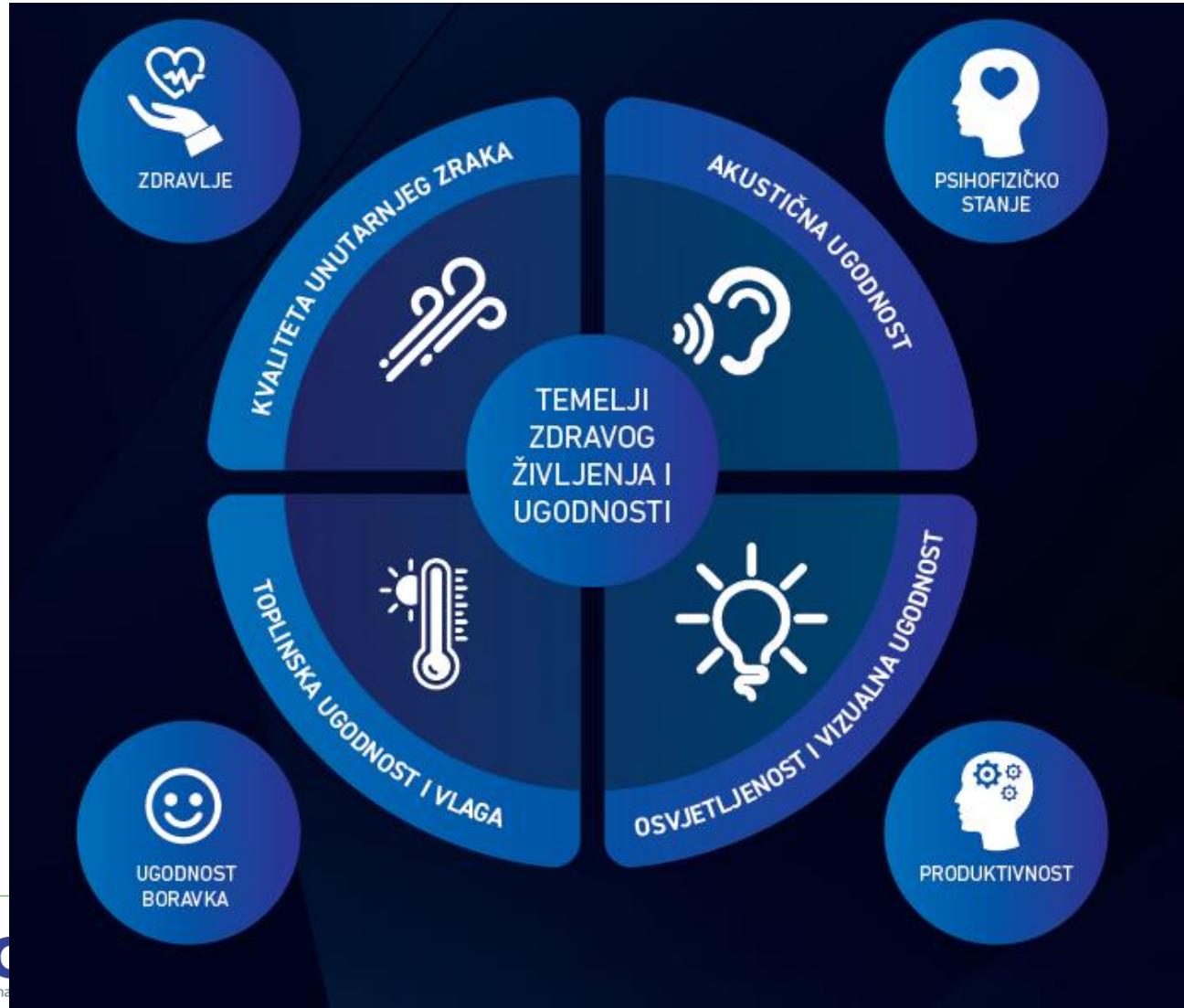
baldinistudio

NG
Novi građevinski elementi d.o.o.

VELUX®



ZDRAVO STANOVANJE (eng. Healthy living)





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

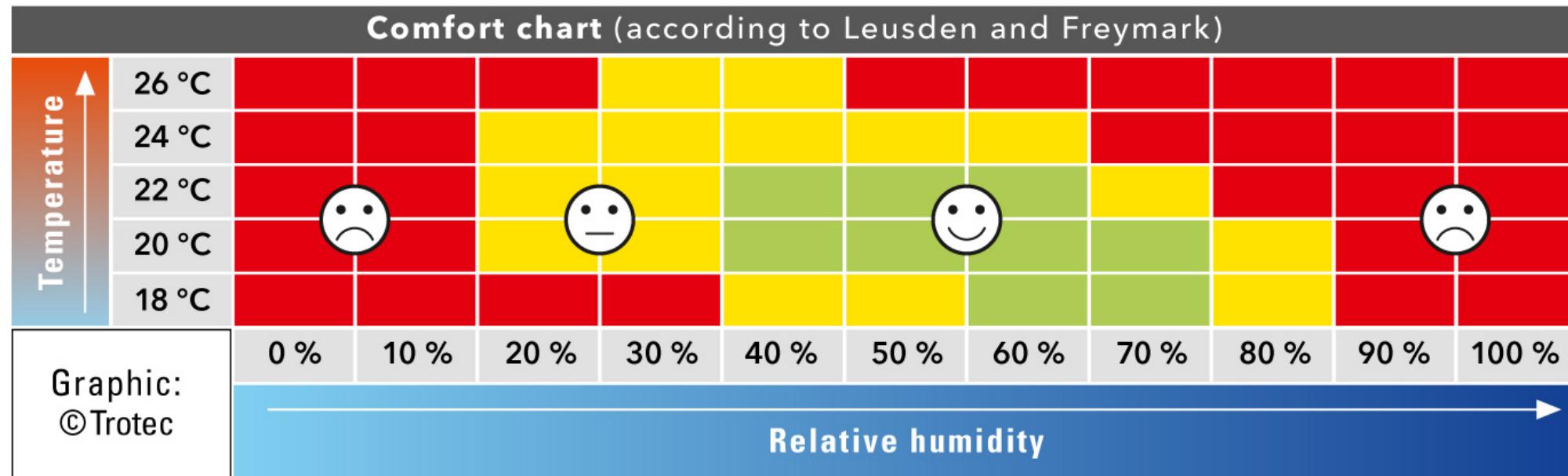
| Kategorija | T _{grijanje} [°C] | T _{hlađenje} [°C] | RH [%] | CO ₂ [ppm] |
|------------|----------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|
| I | 21 – 25 | 23,5 – 25,5 | 30 – 50 | 950 |
| II | 20 – 25 | 23 – 26 | 25 – 60 | 1200 |
| III | 18 – 25 | 22 – 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.



HIGROTERMALNA UGODNOST

Which room climate makes you feel most comfortable?



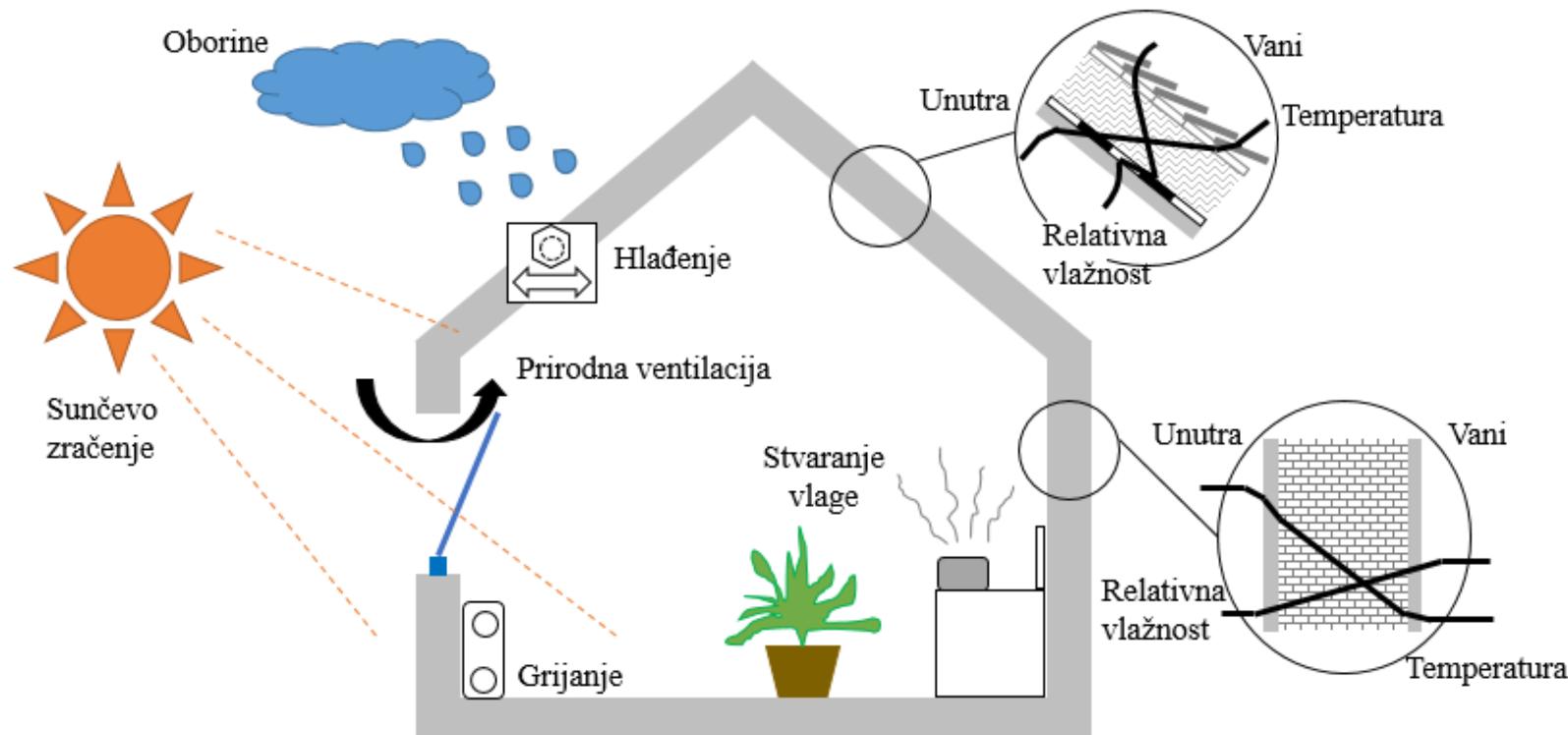
⌚ = uncomfortable – too dry or too moist

⌚ = quite comfortable

😊 = comfortable



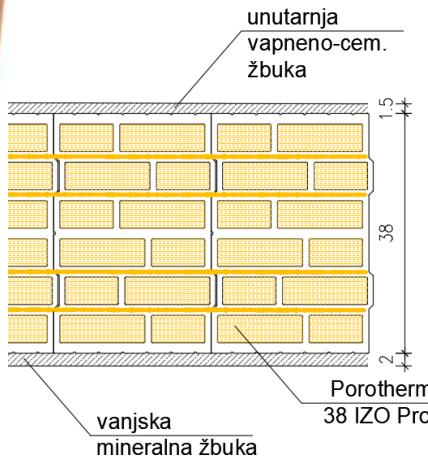
VANJSKA OVOJNICA ZGRADE – higrotermalno ponašanje



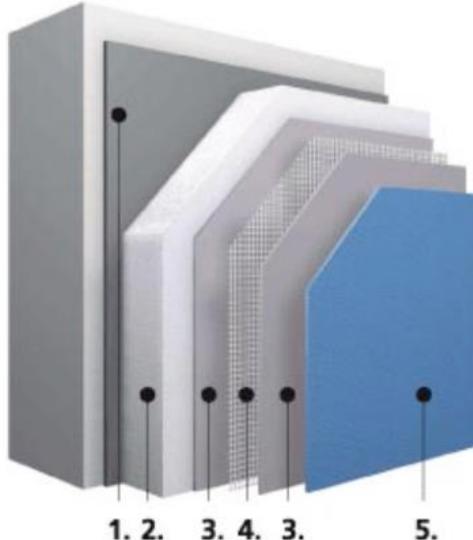


UTJECAJ RAZLIČITIH SUSTAVA VANJSKIH ZIDOVА NA ZDRAVO STANOVANJE?

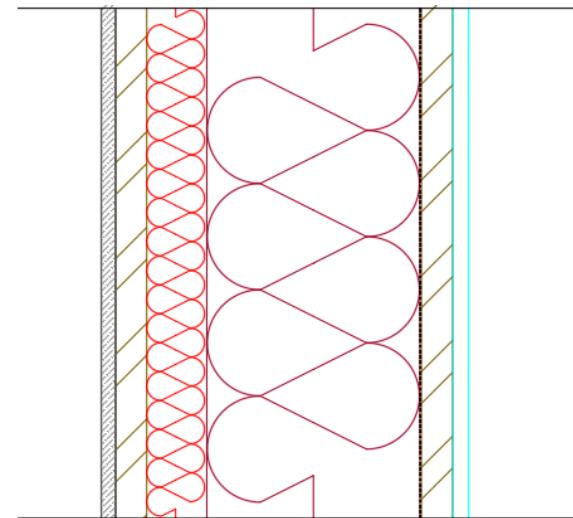
- Porotherm 38 IZO Profi + vanjska mineralna žbuka



- Armirano betonski zid + ETICS (EPS)



- Lagani drveni zidni panel



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

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



WIENERBERGER e⁴ KUĆA



Emocije



Energija



Ekologija



Ekonomija



ANALIZIRANE VARIJANTE PRORAČUNA

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

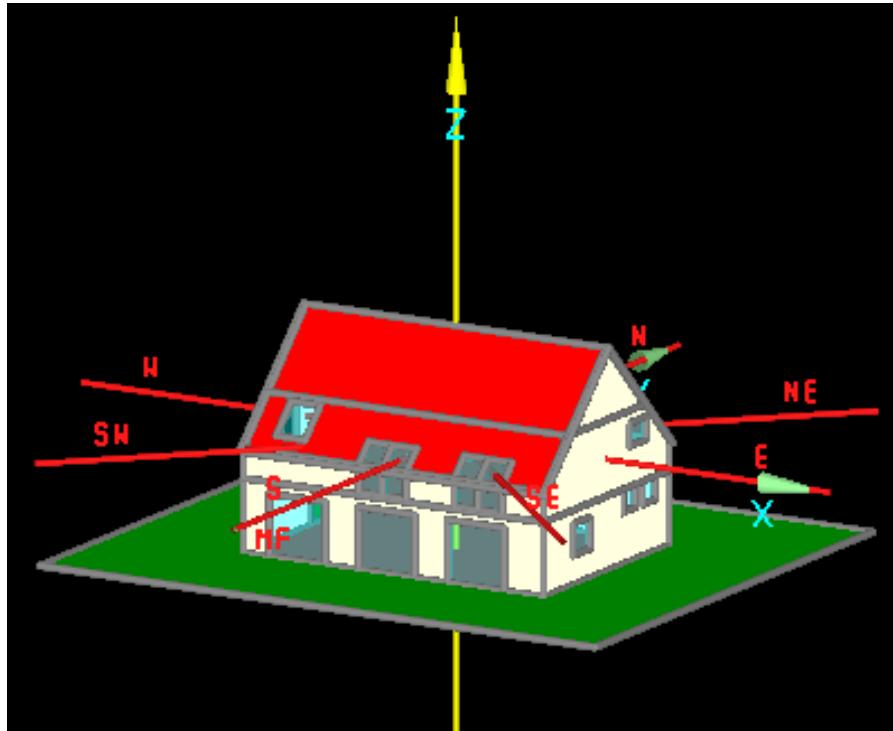
- Zgrada s tehničkim sustavima i prirodnim provjetravanjem (otvaranje prozora), ali BEZ ovlaživanja i odvlaživanja zraka

VARIJANTA V

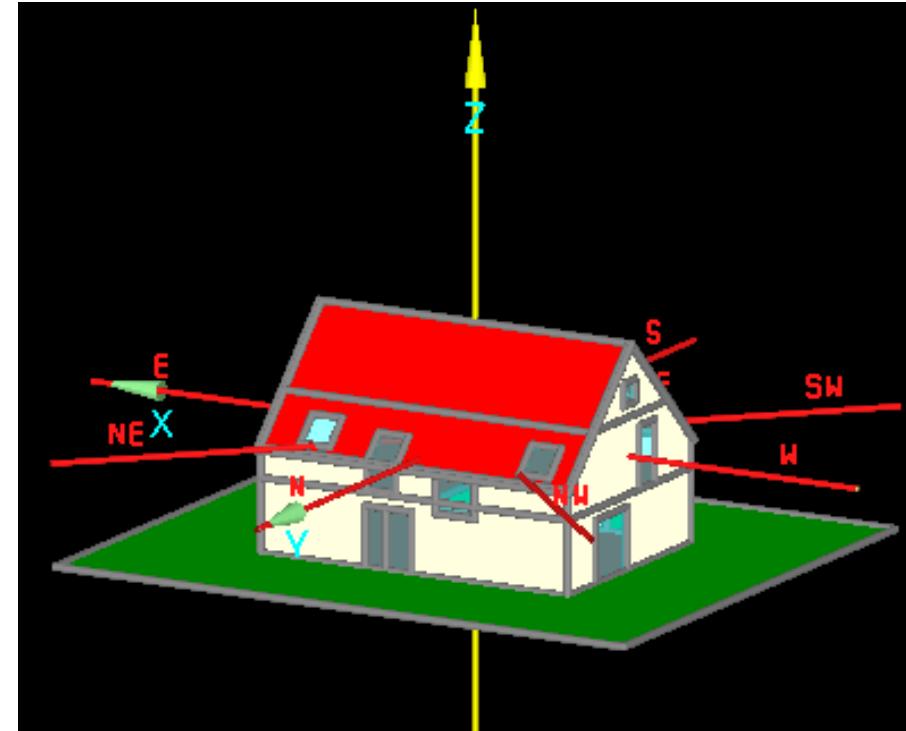
- Zgrada s tehničkim sustavima i mehaničkom ventilacijom, ali BEZ ovlaživanja i odvlaživanja zraka



Holistički alat WUFI® Plus



južno i istočno pročelje e⁴ kuće



sjeverno i zapadno pročelje e⁴ kuće

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



ULAZNI PARAMETRI PRORAČUNA

- ▶ **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:** $T_{zrak}=20^{\circ}\text{C}$, $RH_{zrak}=55\%$, $\text{CO}_2=400 \text{ ppm}$
- ▶ **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



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

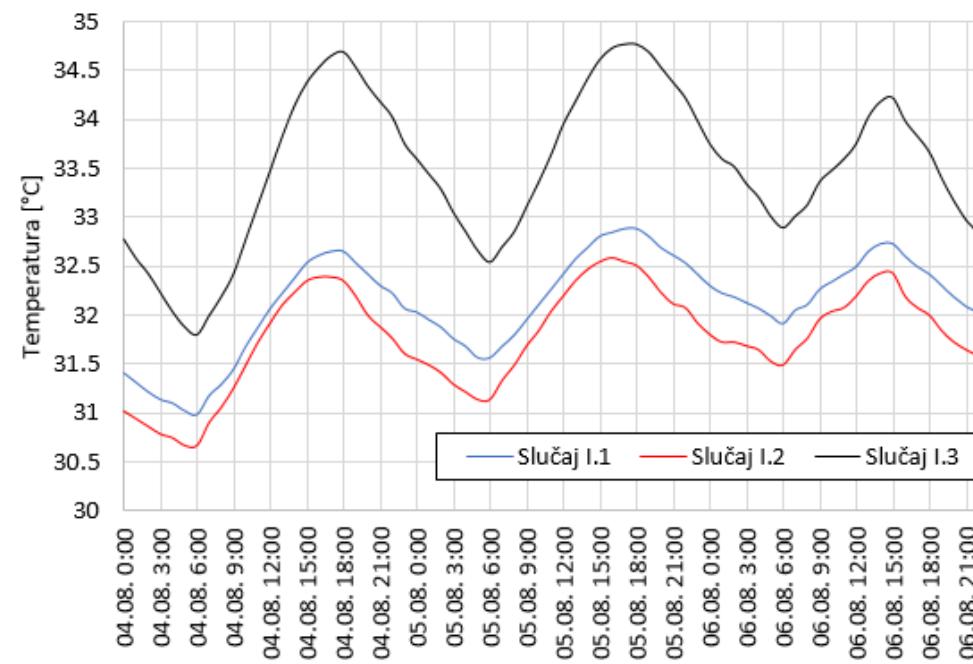
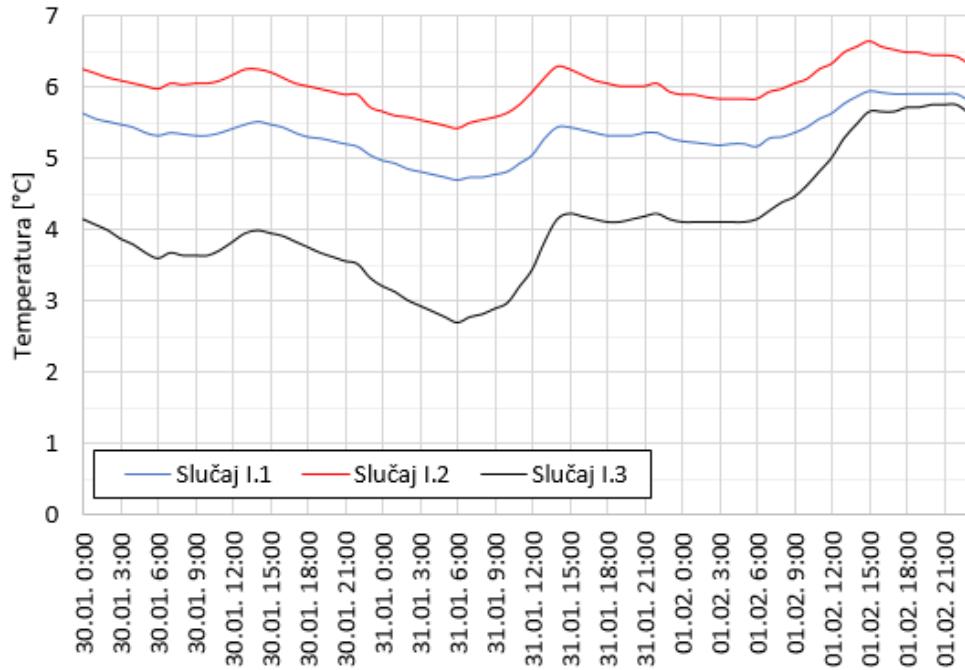
| <u>Parametar unutarnjeg zraka</u> | Vrijednost | Opis |
|-----------------------------------|------------|--|
| T_{MIN} [°C] | 20 | Ispod ove vrijednosti uključuje se sustav grijanja. |
| T_{MAX} [°C] | 25 | Iznad ove vrijednosti uključuje se sustav hlađenja. |
| RH_{MIN} [%] | 30 | Ispod ove vrijednosti uključuje se sustav ovlaživanja. |
| RH_{MAX} [%] | 65 | Iznad ove vrijednosti uključuje se sustav odvlaživanja. |
| $CO_{2,MAX}$ [ppm] | 700 | Mehanička ventilacija je zadužena da se ne prekoračuje ova vrijednost. |



REZULTATI PRORAČUNA

- 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)

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



Masivnost elemenata ovojnica utječe na stabilizaciju temperature unutarnjeg zraka!

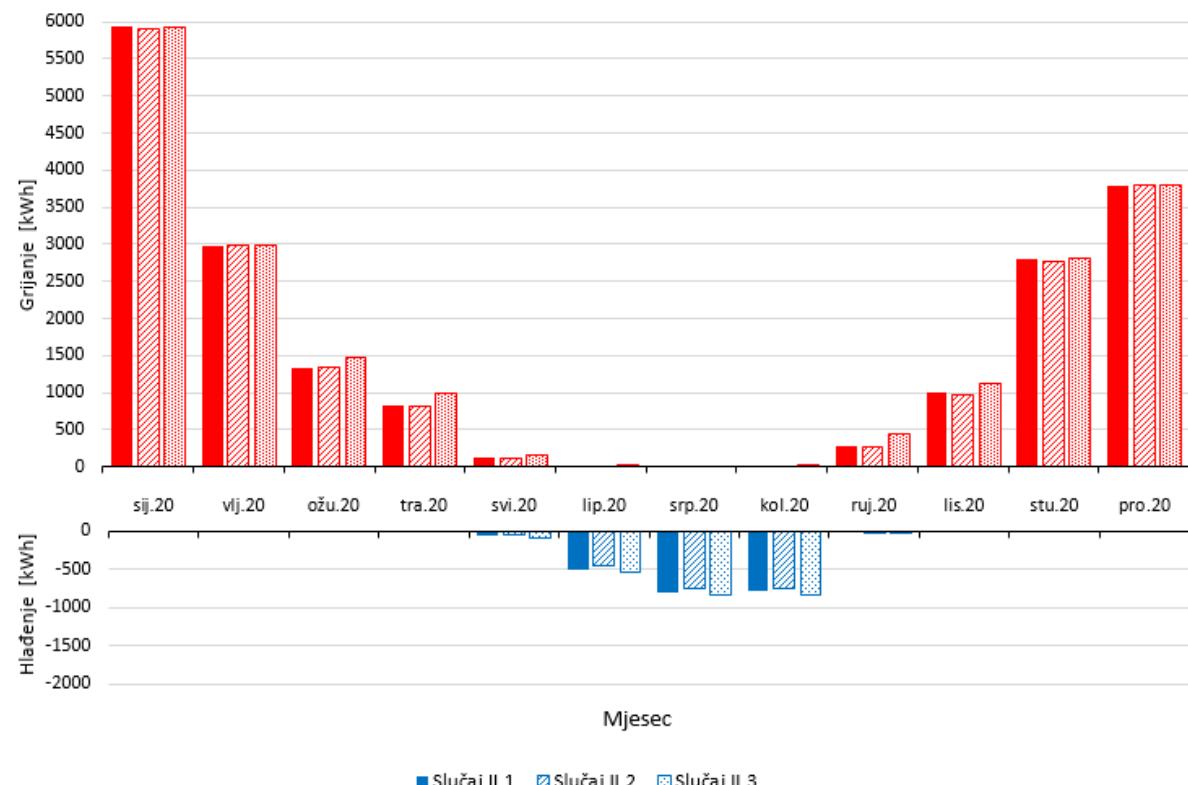
| Slučaj | T _{max} [°C] | T _{min} [°C] |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| I.1 (38 IZO Profi) | 32,89 | 4,69 |
| I.2 (AB + ETICS) | 32,58 | 5,43 |
| I.3 (Drveni panel) | 34,77 | 2,69 |



UKLJUČENI TEHNIČKI SUSTAVI (Varijanta II i Varijanta III)

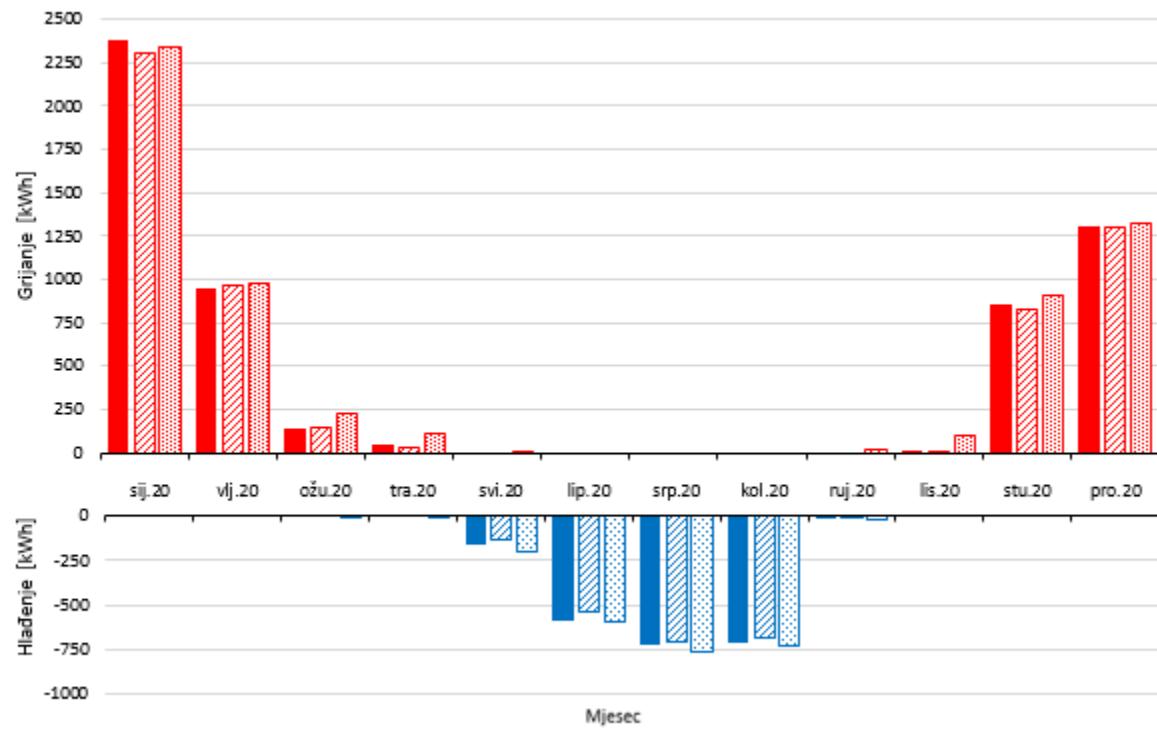
Tehnički sustavi + prirodno provjetravanje

■ Slučaj II.1 ■ Slučaj II.2 ■ Slučaj II.3



Tehnički sustavi + mehanička ventilacija

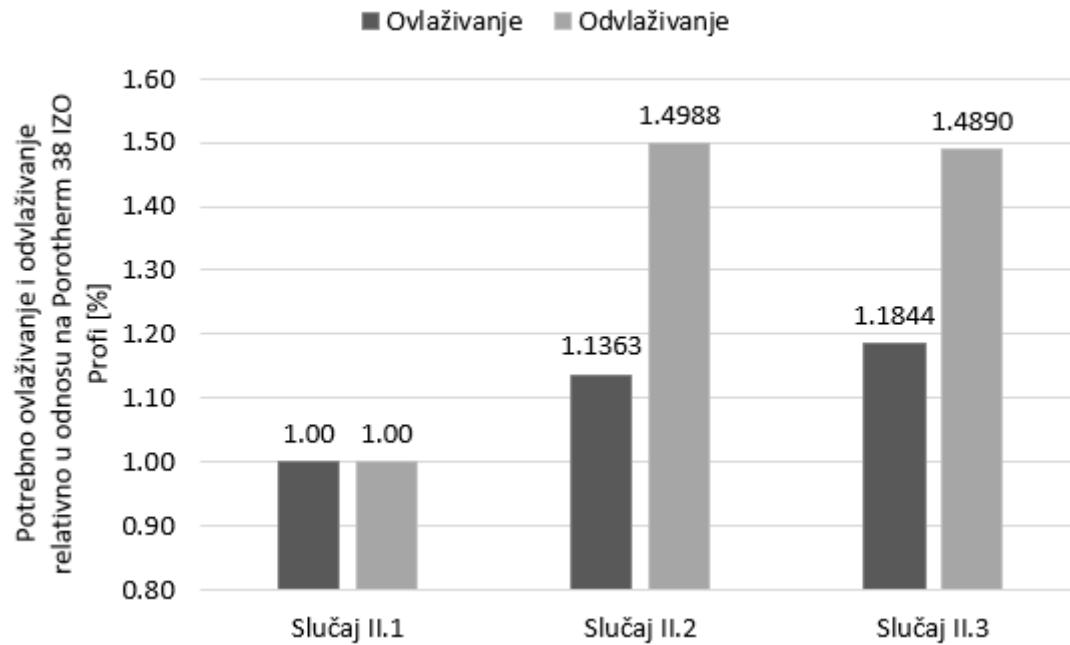
■ Slučaj III.1 ■ Slučaj III.2 ■ Slučaj III.3



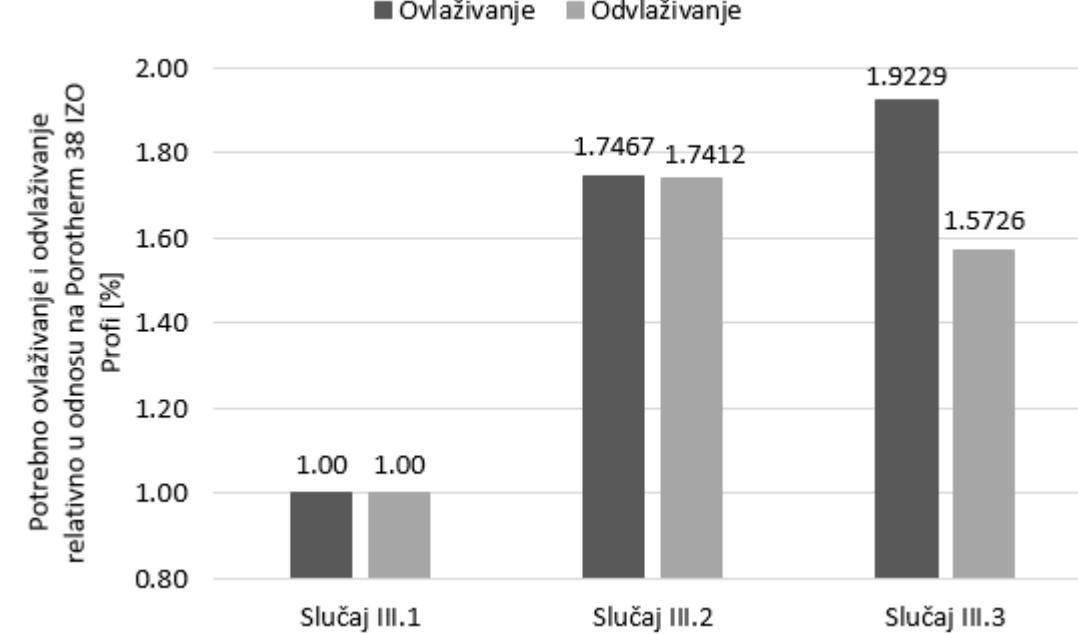


UKLJUČENI TEHNIČKI SUSTAVI (Varijanta II i Varijanta III)

Tehnički sustavi + prirodno provjetravanje

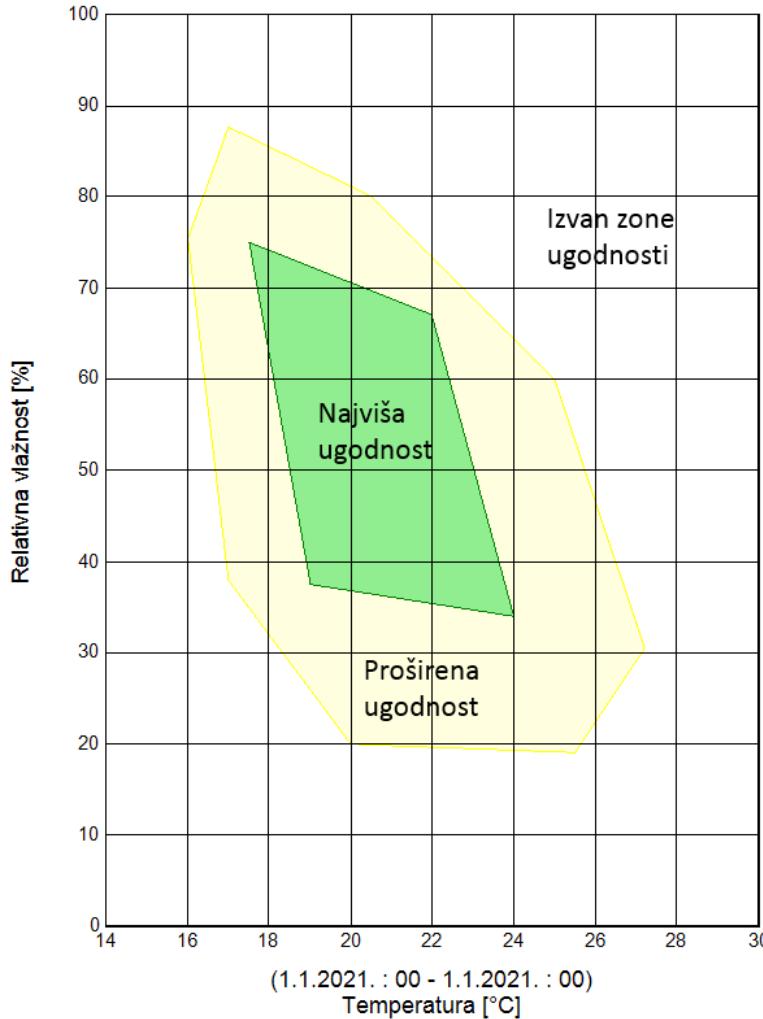


Tehnički sustavi + mehanička ventilacija



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**. Odnosno, 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.

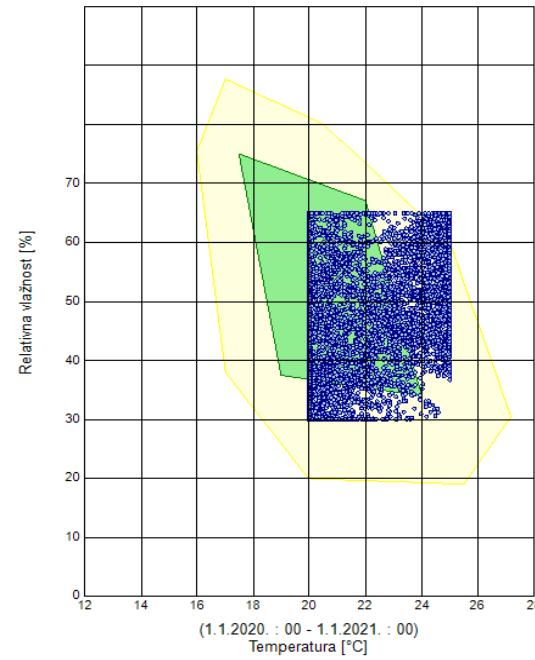




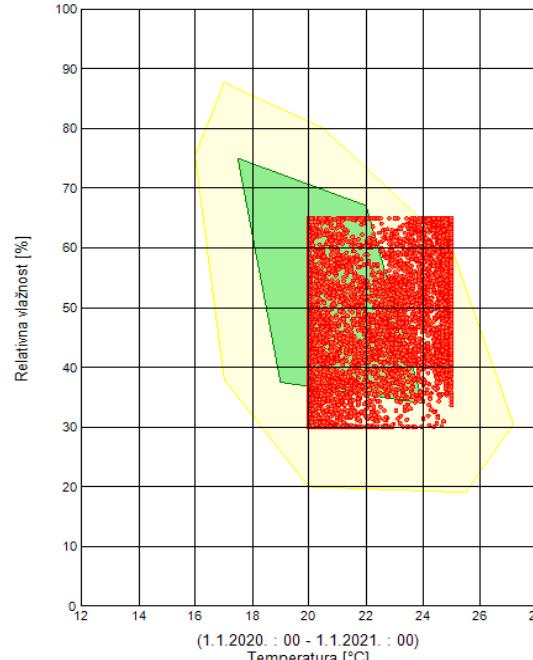
PROCJENA UNUTARNJE UGODNOSTI

- ▶ 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, dok **karakteristike materijala odgovorne za transport i pohranu vlage, uz raspored slojeva, utječu na razvoj relativne vlažnosti unutarnjeg zraka**.

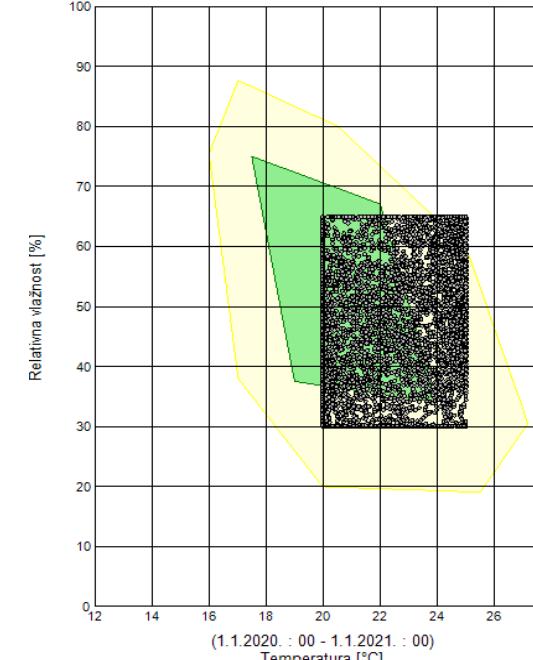
Slučaj II.1 – Porotherm 38 IZO Profi



Slučaj II.2 – AB + ETICS na bazi EPS-a

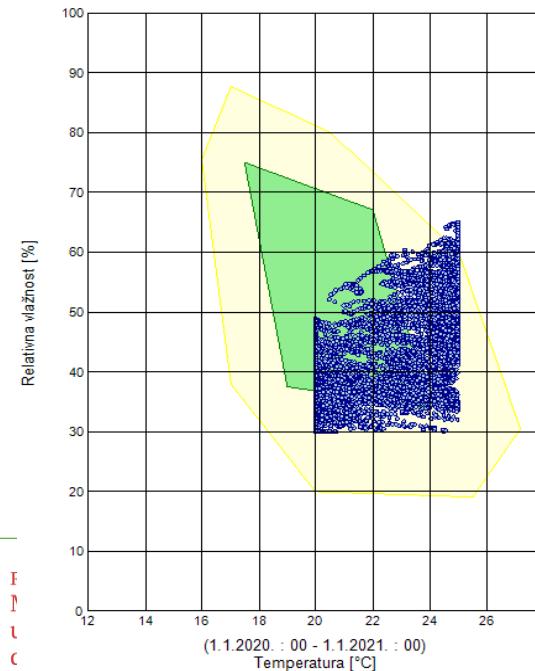


Slučaj II.3 – Drveni paneli

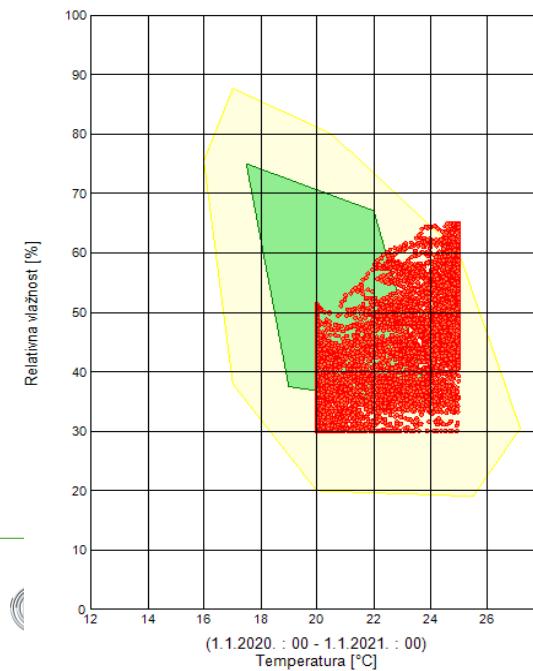


Tehnički sustavi + prirodno provjetravanje

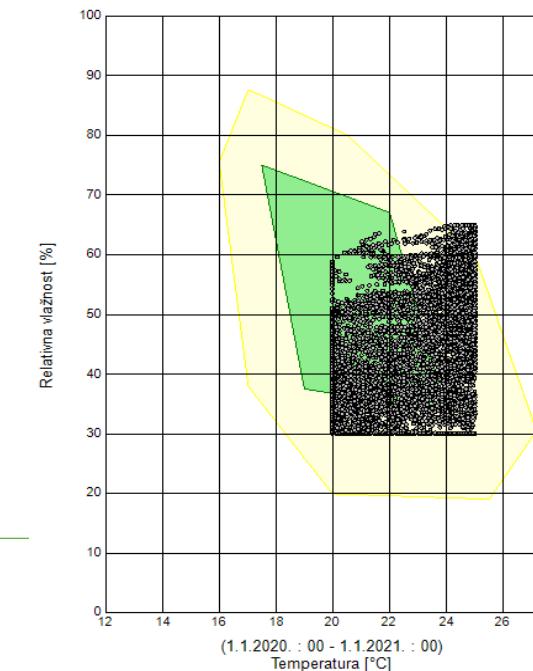
Slučaj III.1 – Porotherm 38 IZO Profi



Slučaj III.2 – AB + ETICS na bazi EPS-a



Slučaj III.3 – Drveni paneli



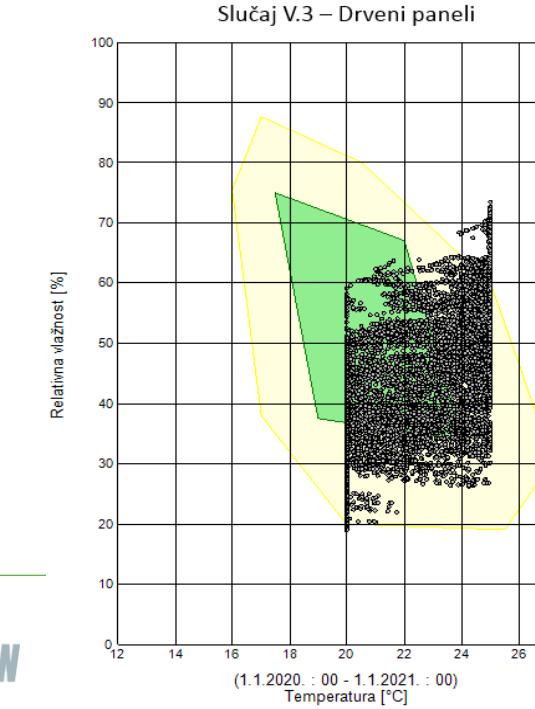
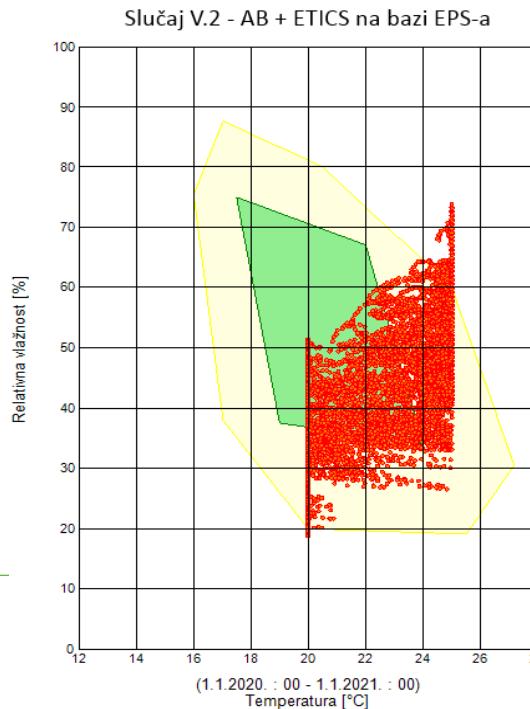
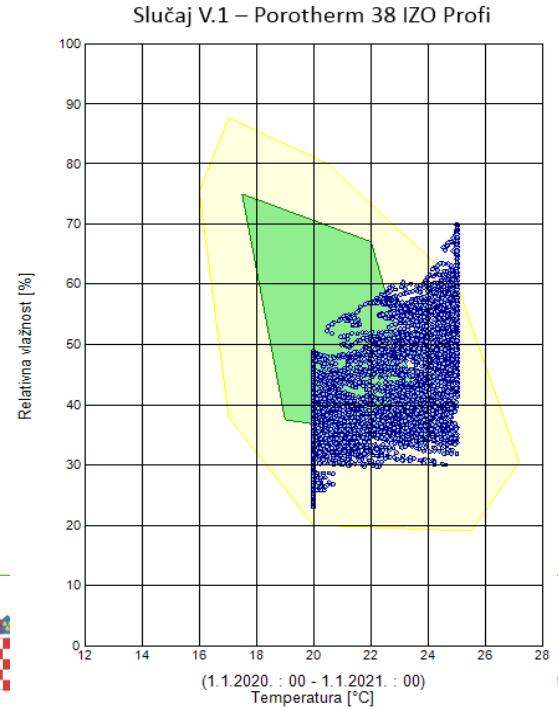
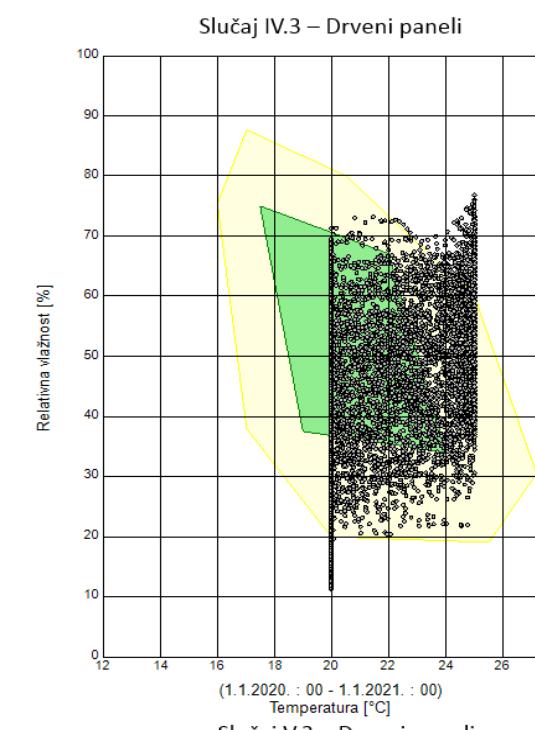
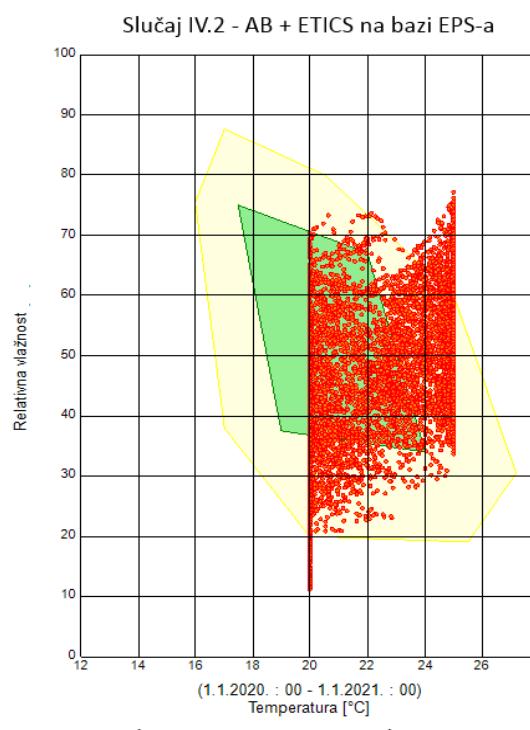
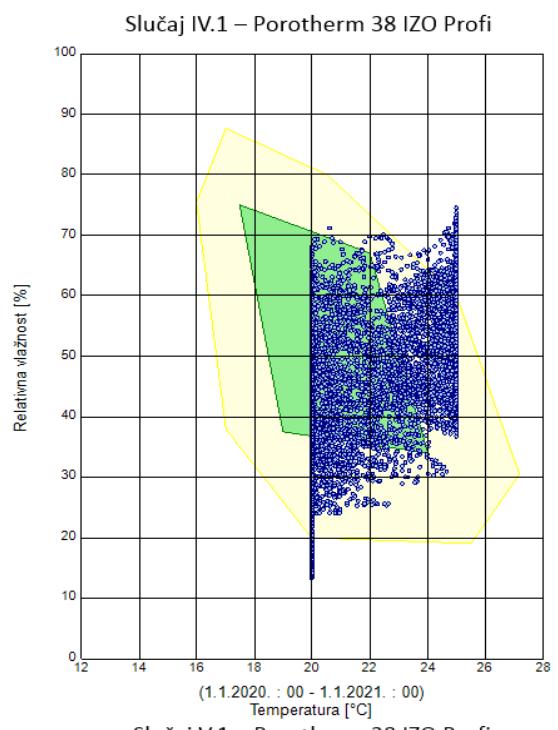
Tehnički sustavi + mehanička ventilacija



F
I
L
C



Tehnički sustavi + prirodno provjetravanje (ALI BEZ ovlaživanja i odvlaživanja)

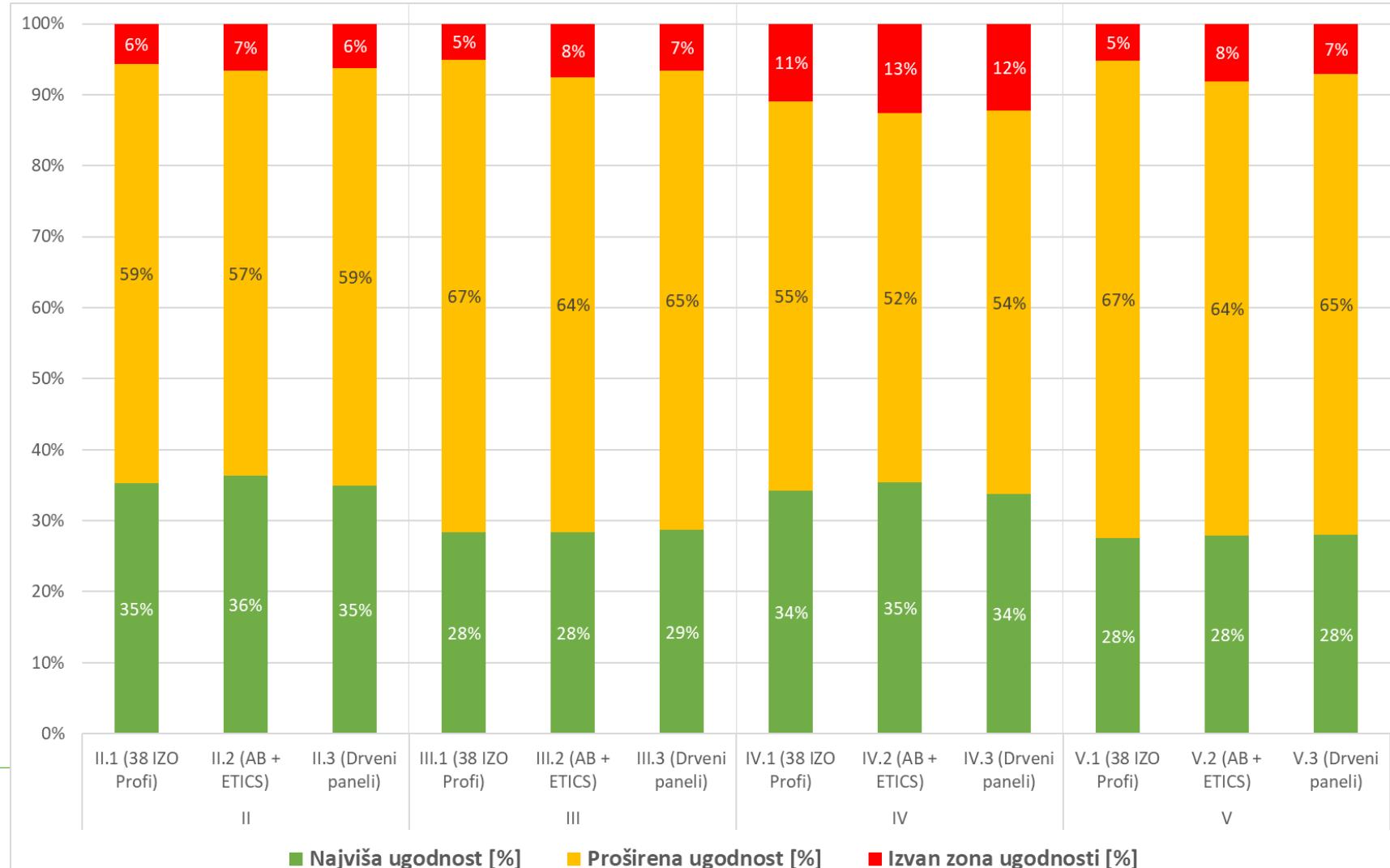


Tehnički sustavi + mehanička ventilacija (ALI BEZ ovlaživanja i odvlaživanja)



VREMENSKA DISTRIBUCIJA

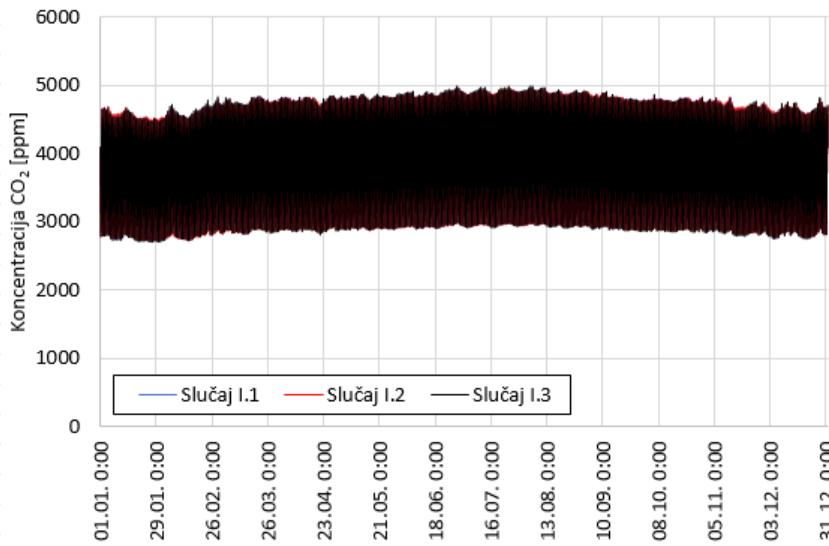
razina unutarnje ugodnosti u proračunskom periodu od jedne godine (8760 sati)



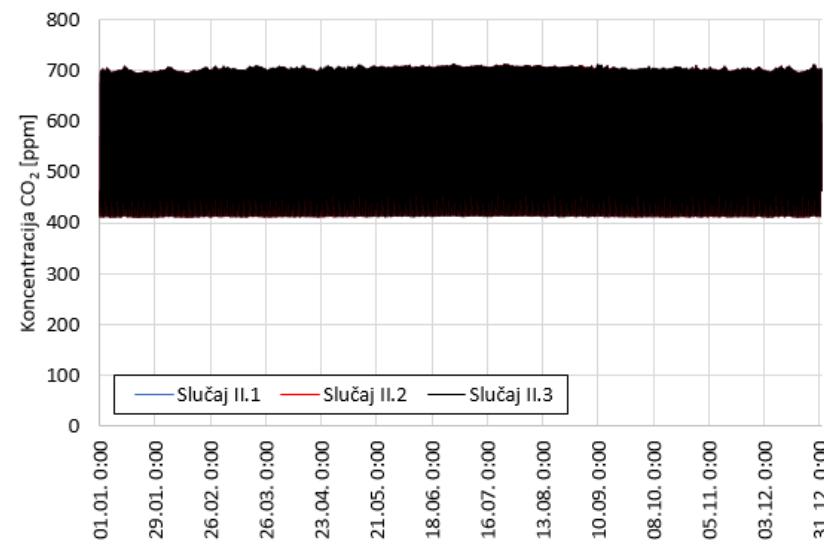


KVALITETA UNUTARNJEG ZRAKA – koncentracija CO₂

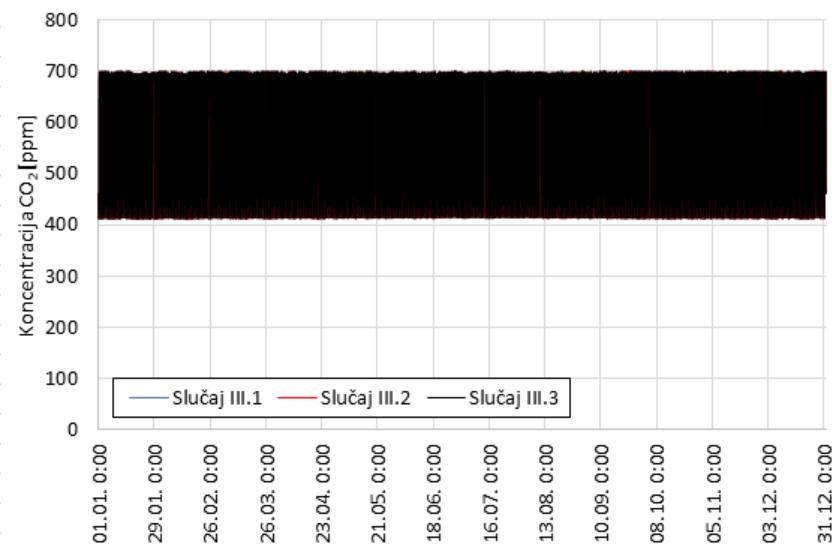
Bez provjetravanja



Prirodno provjetravanje
(otvaranje prozora)



Mehaničko provjetravanje



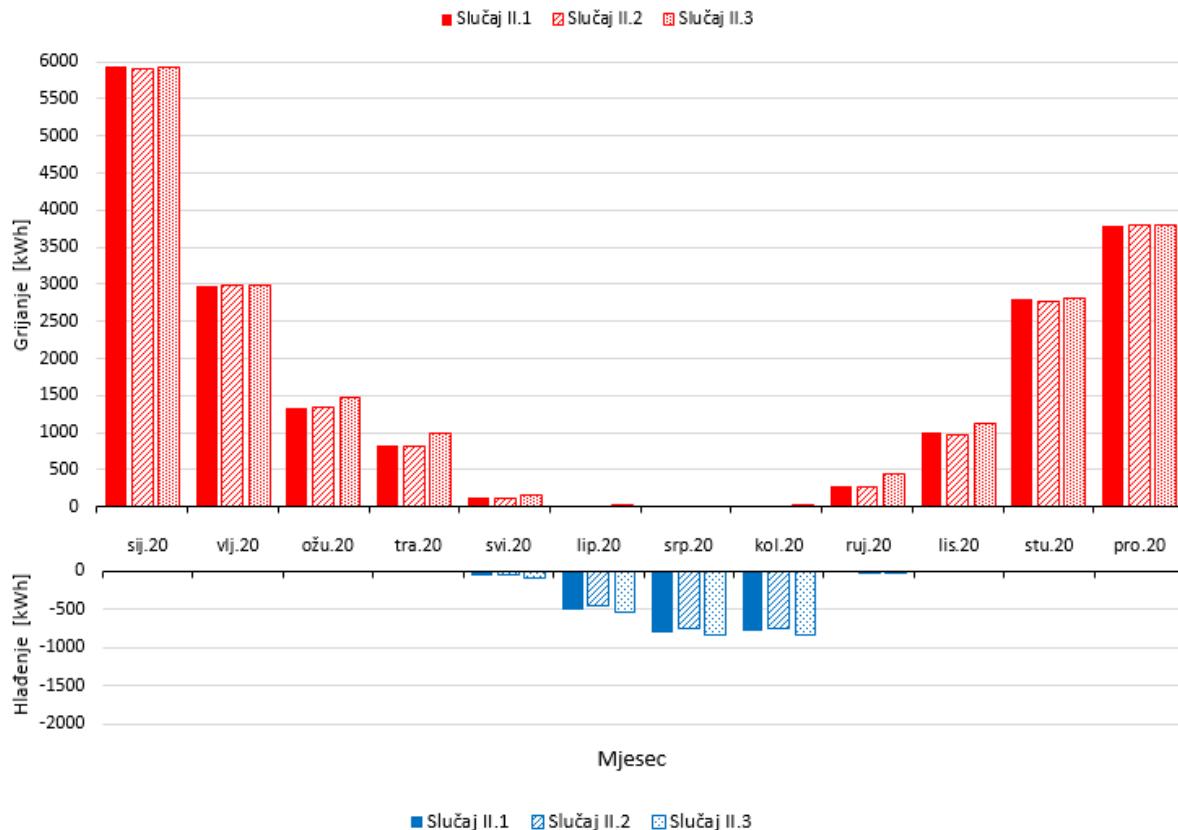
Kvaliteta unutarnjeg zraka u vidu koncentracije CO₂ ovisi isključivo o provjetravanju prostora!

Sustavi ovojnica i materijali ne utječu na koncentraciju CO₂.

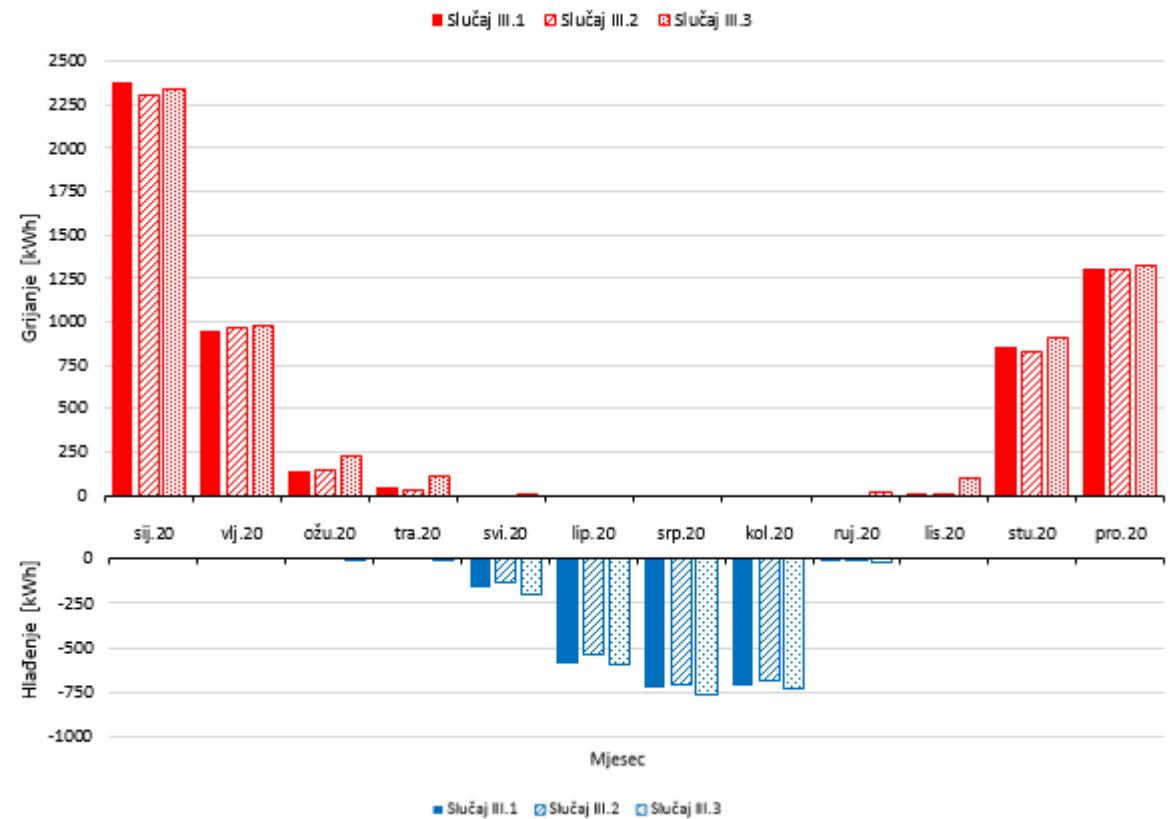


KVALITETA UNUTARNJEG ZRAKA – koncentracija CO₂

Prirodno provjetravanje (otvaranje prozora)



Mehaničko provjetravanje





Više odgovara na Vaša pitanja –

muza
mobilna | učinkovita | zdrava | arhitektura



CILJ PROJEKTA: Širenje znanja i iskustava vezanih uz nZEB

www.nzebroadshow.eu



http://muza-nzeb.com/



www.instagram.com/nzeb.roadshow/



www.facebook.com/nzebroadshow/

Informativni i pokazni centar za podizanje svijesti o prednostima i specifičnostima nZEB-a

Stvaranje potrebnih preduvjeta za učinkovitu komunikaciju među dionicima

Stvarno iskustvo nZEB zgrade: vanjska ovojnica, tehnički sustavi, obnovljivi izvori energije, mjerena u realnom vremenu

Pružanje cjelovitih informacija o procesima relevantnim za izvedbu zgrade u smislu udobnosti, parametre kvalitete unutarnjeg zraka i potrošnju energije



knaufinsulation



profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP

Wienerberger

baldinistudio

NG
Novi građevinski elementi d.o.o.

VELUX®

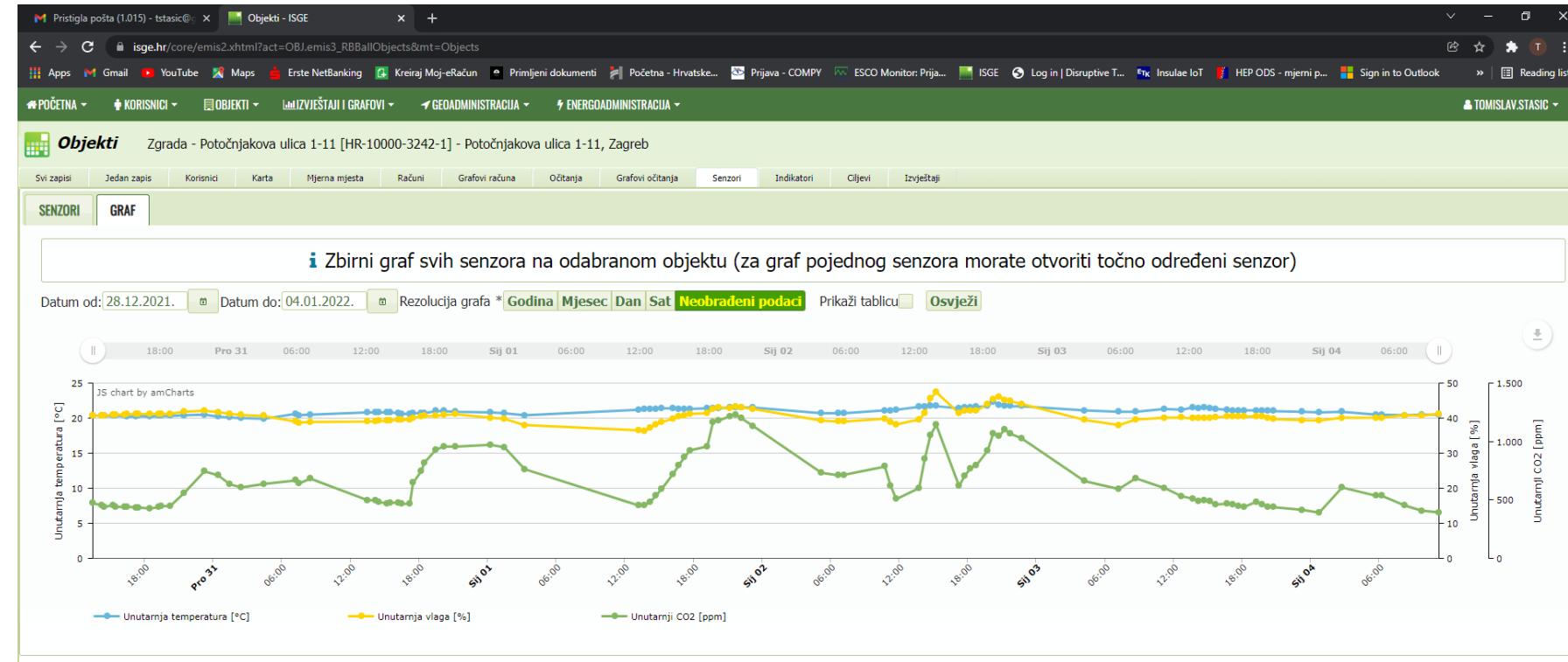
Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



Mjerenja na stvarnim zgradama –



- Potrošnja energije
- Unutarnja ugodnost (T, RH)
- IAQ parametri (CO₂)

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



HVALA!

marina.bagaric@grad.unizg.hr

ZGRADE³⁺
SIGURNOST UGODNOST KVALITETA



www.mapei.hr



ALUKÖNIGSTAHL
SCHÜCO JANSEN



baumit.com



ZAJEDNICA
DAVATELJA PVC SUSTAVA
ZA GRAĐEVINSKU STOLARIJU
Hrvatska gospodarska komora

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uređenja, graditeljstva i
državne imovine

AGC
Your Dreams, Our Challenge

BOSCH
Tehnologija za život

knaufinsulation

profine
INTERNATIONAL PROFILE GROUP
KBE KÖMMLING TROCAL

Wienerberger

baldinistudio

NG
Novi građevinski elementi d.o.o.

VELUX®