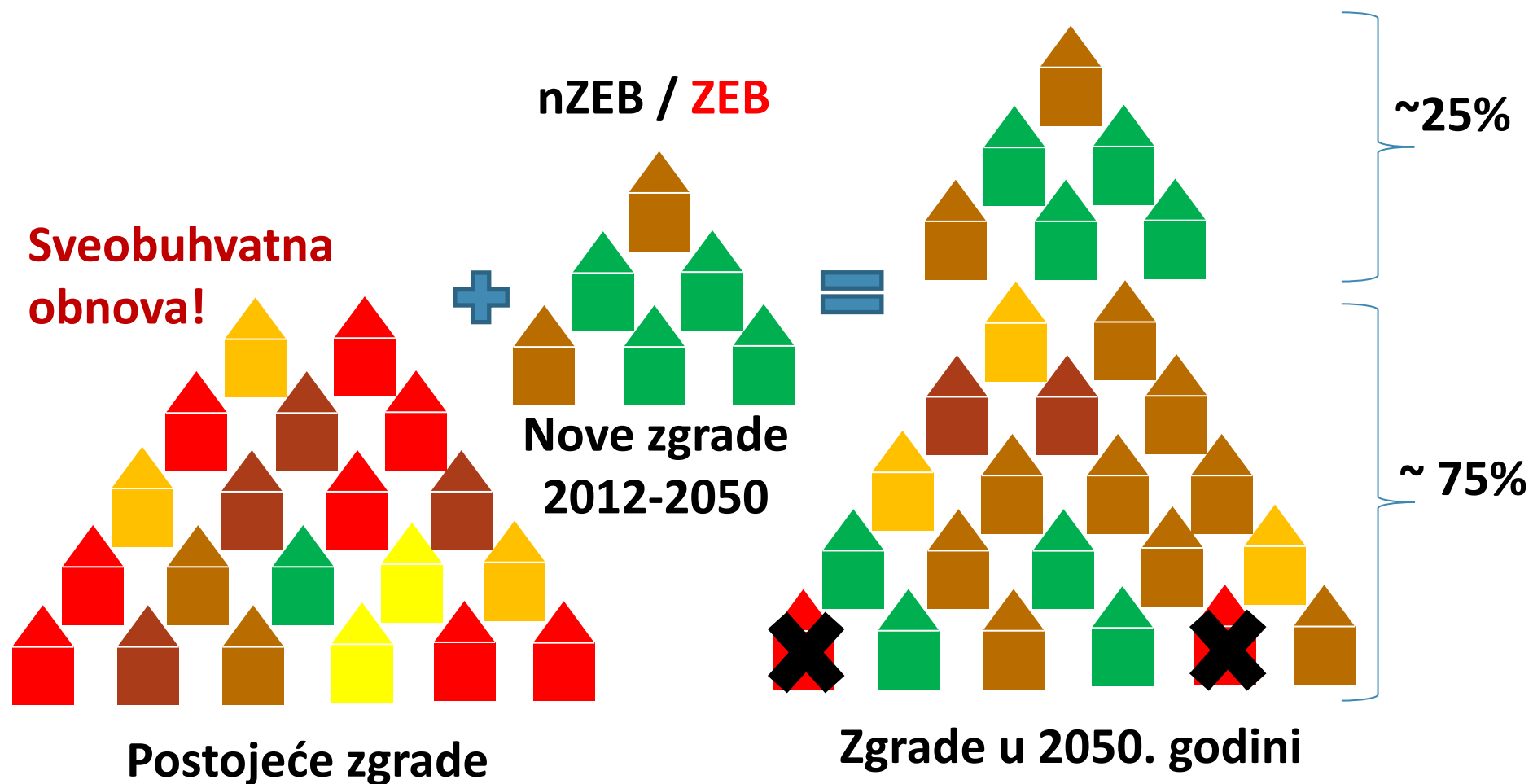


Energetska obnova

Izv. prof. dr. sc. Bojan Milovanović
Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet
bmilovanovic@grad.hr

ZGRADE U EU DO 2050.: JEDAN CILJ, DVA VELIKA IZAZOVA!



ČEKAJU NAS ZGRADE NULTE EMISIJE

Politika EU

Low-carbon strategy for 2050

Targets compared to 1990 levels



CILJEVI HR STRATEGIJE – RAST STOPE OBNOVE

- Dosadašnja stopa energetske obnove zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine iznosi **0,7%** odnosno 1,35 milijuna m² godišnje
- Stopa obnove povećava se postupno **od 1% podne površine 2021. do 3% do 2030.** (što je u skladu sa predloženom stopom obnove u Renovation Wave inicijativi Europske komisije)
- Ciljana je stopa je:

1% 2021. i 2022.,

1,5 % 2023. i 2024.,

2,0 % 2025. i 2026.,

2,5 % 2027. i 2028.,

3 % 2029. i 2030.

- Od 2031. do 2040. **3,5%** godišnje
- Od 2041. do 2050. godine **4%** godišnje



PP

Strateški cilj: t
godine

Izvor: DSO NFZ RH 20

Obuhvat obno

Obuhvat obno

Investicijski tr
(mld kn)

Ukupni inves

-sve raspoložive
-uloga države

Most Pelješac cca 2,5 mlrd kuna



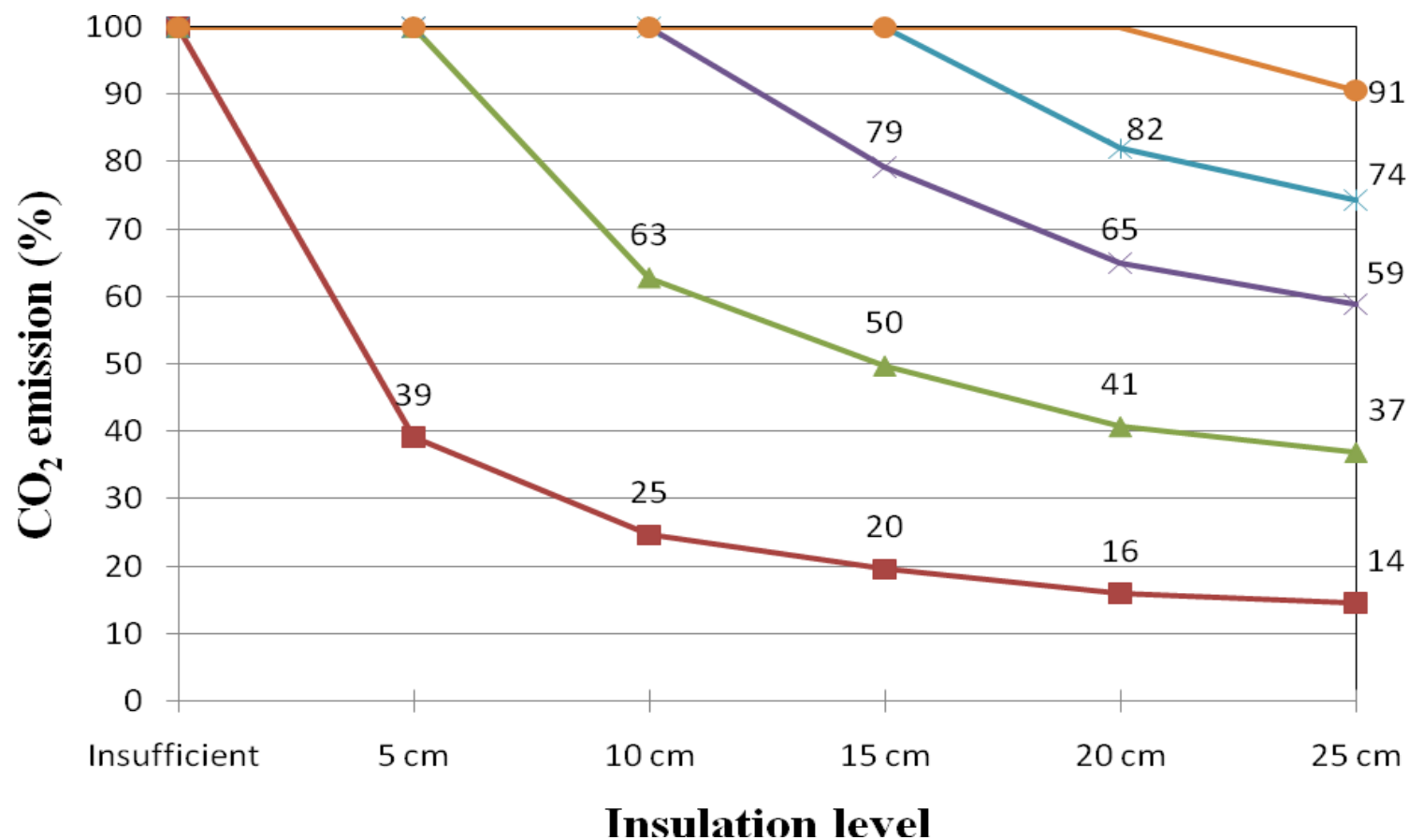
2050.

58

98 mostova
Pelješac!!!

SMANJENJE EMISIJE CO₂ OVISNO O POČETNOM STUPNJU IZOLACIJE

- Odnosi se na emisije zbog potrebne energije za grijanje zgrade – $Q''_{H,nd}$
- Može biti indikativno

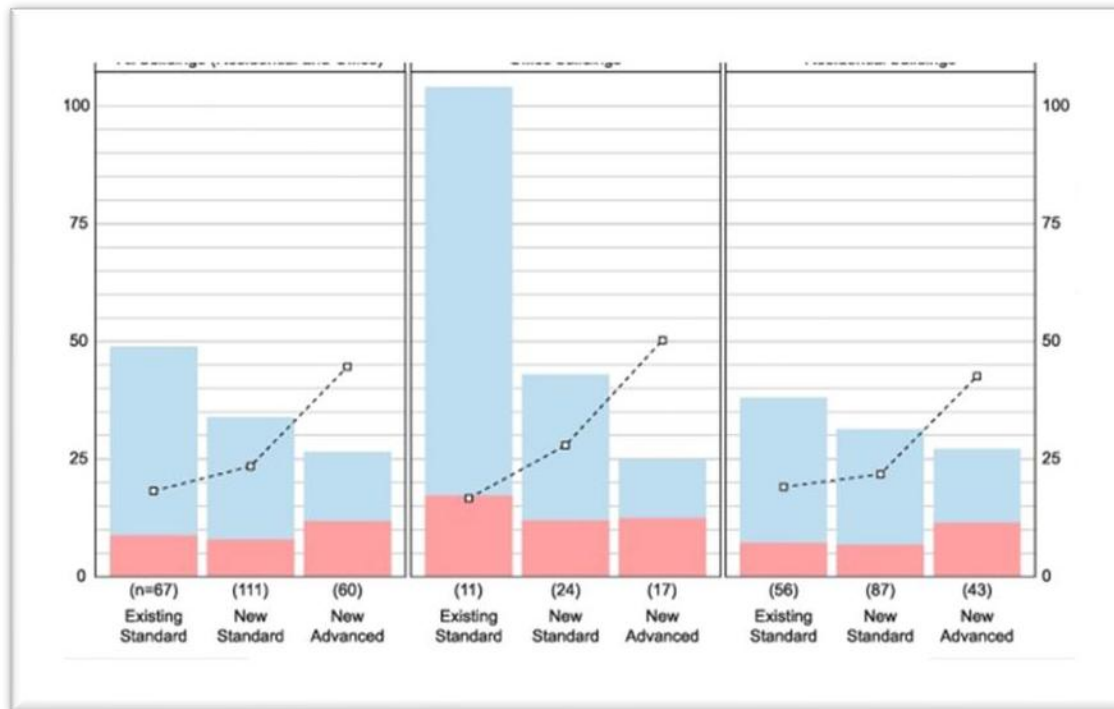




Recast EPBD Whole Life-Cycle Global Warming Potential

BUNTHAN IEA, Ph.D., Policy Officer
DG ENER.B.3 - Buildings and Products
Contact : Bunthan.IEA@ec.europa.eu

Buildings are responsible for greenhouse gas emissions before, during & after their operational lifetime



Go beyond current focus on operational carbon

Embodied carbon more and more important

Need whole life cycle to get the right balance



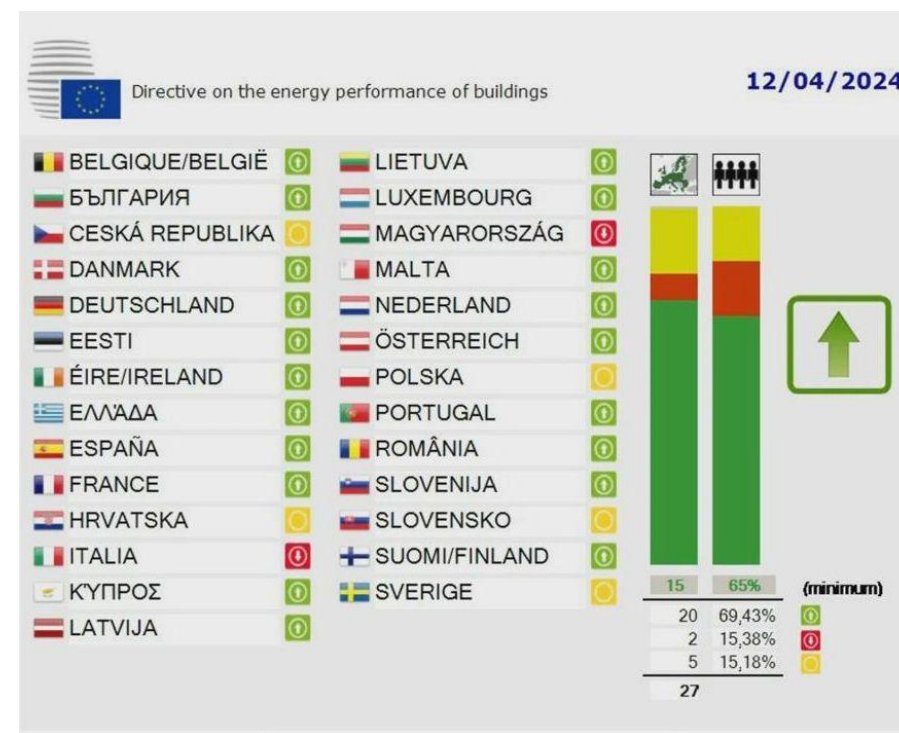
EPBD RECAST – 12. TRAVANJ 2024

🔧 **MEPS** - obnova najgorih 16% zgrada do 2030. i najgorih 20-22% do 2035. u usporedbi s 2020. Sve veća potražnje za projektima obnove i održivosti, gdje će izvođači imati igraju ključnu ulogu.

🌿 **Standardi zgrada nulte emisije (ZEB)**: Od 2030. sve nove zgrade moraju biti ZEB. To se odnosi na zgrade koje koriste tijela javne vlasti od **1. 1. 2028.**, a na sve ostale nove zgrade od **1. 1. 2030.**

🏢 Postupno gašenje kotlova na fosilna goriva. To će potaknuti potražnju za održivim sustavima i hibridnim rješenjima.

☀️ Revidirani EPBD uključuje nove odredbe za promicanje primjene solarne energije uz obveznu ugradnju sustava solarne energije.



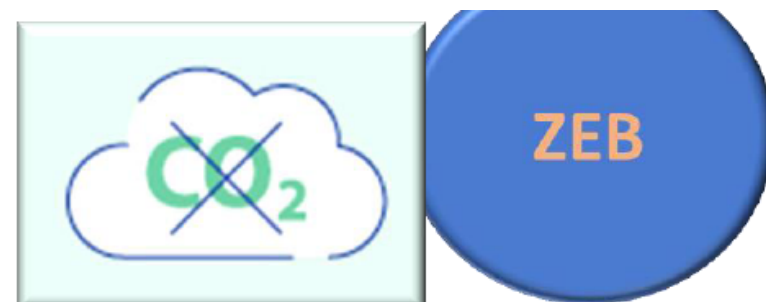
ZEB – ZERO EMISSION BUILDINGS (ZGRADE S NULTIM EMISIJAMA)

- „zgrada s nultim emisijama”

- znači zgrada s vrlo visokim energetskeim svojstvima, koja ne zahtijeva energiju ili zahtijeva vrlo malu količinu energije, **ne proizvodi emisije ugljika iz fosilnih goriva u krugu zgrade i ne proizvodi ili proizvodi vrlo malu količinu operativnih emisija stakleničkih plinova**, u skladu sa zahtjevima iz članka 9.b



Zahtjevi za ZEB:



- u novoj ili obnovljenoj zgradi s nultim emisijama :
 - **potrošnja energije**
 - **operativne emisije stakleničkih plinova**
 - DČ - **prilagoditi** oba praga za obnovljene zgrade

} usklađeno s max pragom u NPOZ/NBRP
- **ukupno godišnje korištenje Eprim** u novoj ili obnovljenoj ZEB zgradi pokriva :
(ako je to tehnički i gospodarski izvedivo)
 - energija iz **Ol proizvedena u krugu zgrade** ili u blizini / $\cong$ čl. 7. izmjena RED
 - energija iz Ol koju osigurava **zajednica obnovljive energije** / $\cong$ čl. 22. izmjena RED
 - energija iz **učinkovitog sustava daljinskoga grijanja i hlađenja** / $\cong$ čl. 24.1. izmjena EED
 - energija iz **izvora bez emisija ugljika**
- zgrada s nultim emisijama **ne uzrokuje nikakve emisije ugljika iz fosilnih goriva u krugu zgrade !**

| Iz Općeg pristupa preinake EPBD

GWP – Potencijal globalnog zatopljenja

NOVE ZGRADE

Global Warming Potential

LC
GWP

„potencijal globalnog zagrijavanja tijekom životnog ciklusa”

pokazatelj koji kvantificira doprinos određene zgrade globalnom zagrijavanju tijekom njezina cijelog životnog ciklusa ($\text{kgCO}_2\text{e/m}^2$)

- potencijal globalnog zagrijavanja tijekom životnog ciklusa **izračunava u skladu s Prilogom III.** revidirane EPBD i **objavljuje putem EPC**:

MEPS – min standardi energetske svojstava

Min energy performance standards

POSTOJEĆE ZGRADE



Države članice utvrđuju

minimalne standarde energetske svojstava MEPS

- „minimalni standardi energetske svojstava” znači **pravila** prema kojima se **zahtijeva da postojeće zgrade ispune određeni zahtjev u pogledu energetske svojstava** u okviru opsežnog plana obnove za fond zgrada ili u određenoj pokretačkoj točki povezanoj s tržištem (prodaja, najam, donacija ili promjena namjene u katastru ili zemljišnim knjigama), u određenom razdoblju ili do određenog datuma, čime se **pokreće obnova postojećih zgrada**;

MEPS – min standardi energetske svojstava

Min energy performance standards

POSTOJEĆE ZGRADE nestambene

- **MEPS - postojeće NSZ** - ne prelaze utvrđeni **maksimalni PRAG** energetske svojstava
- izraženo **brojčanim** pokazateljem korištenja **Eprim (kWh/m²a)**
- Postavljanje max pragova - na temelju korištenja energije u nacionalnom fondu zgrada 1. 1. 2020.
 - **Prag od 15 %** - 15 % nacionalnog fonda zgrada **iznad tog praga**
 - **Prag od 25 %** - 25 % nacionalnog fonda zgrada **iznad tog praga**
- **sve nestambene zgrade** trebaju biti **ispod**:
 - **praga od 15% do 1. siječnja 2030.**
 - **praga od 25% do 1. siječnja 2034.**
- **pojedinačne zgrade se usklađuju s pragovima** - provjera putem energetske certifikata ili drugim dostupnim sredstvima

Iz Općeg prisupa preinake EPBD

Solarna energija u zgradama

Solar energy in buildings

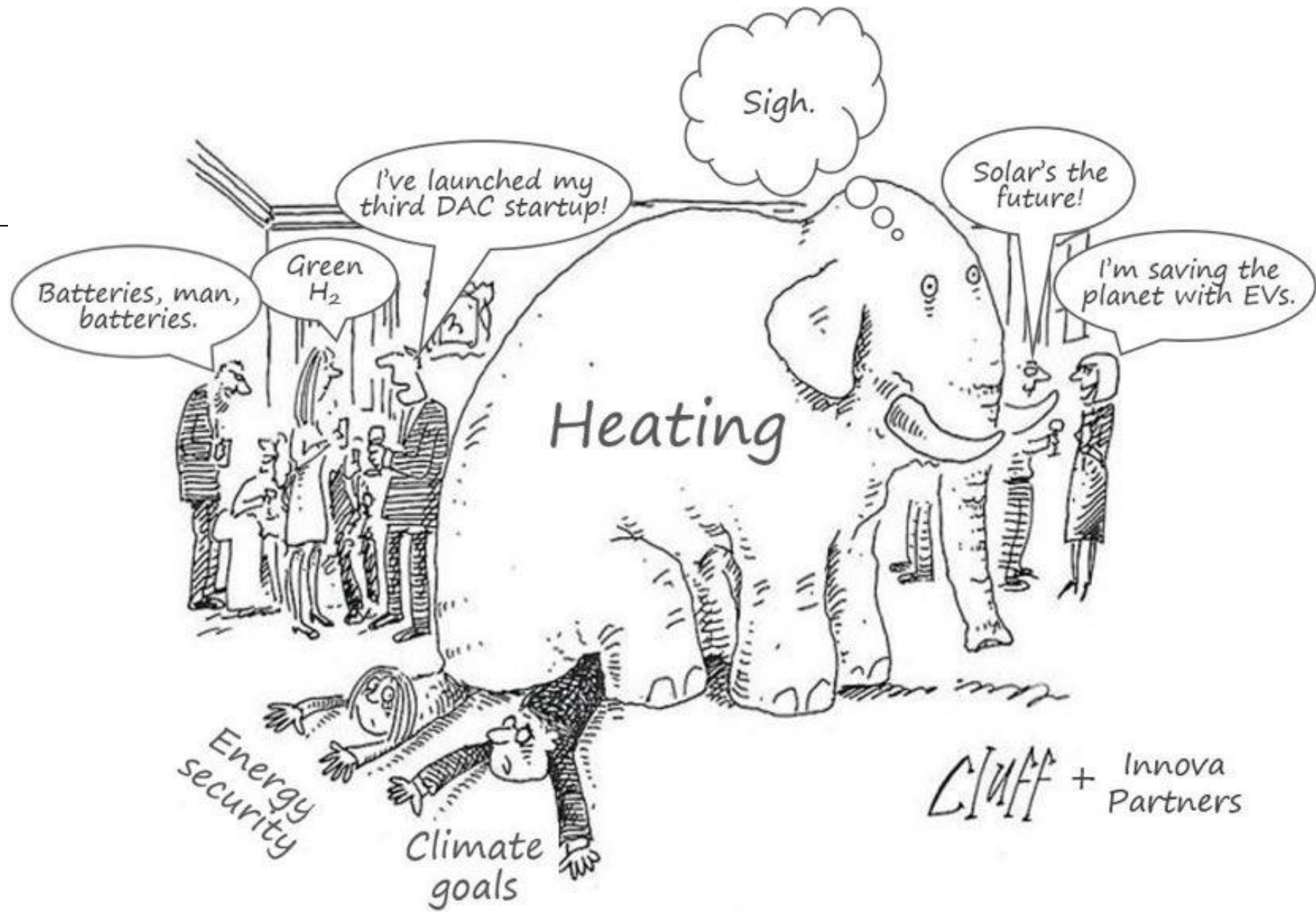
A large yellow circle with a slight 3D effect, containing the text 'SOLARNA ENERGIJA' in bold black capital letters.

**SOLARNA
ENERGIJA**

- **sve nove zgrade projektiraju** na način kojim se **optimizira njihov potencijal za proizvodnju solarne energije** na temelju sunčeva zračenja **u krugu zgrade** → omogućuje kasniju **troškovno učinkovitu ugradnju solarnih tehnologija**
- uvođenje odgovarajućih uređaja za solarnu energiju:
 - **do 31. prosinca 2026.** na svim **NOVIM javnim i nestambenim zgradama** s korisnom podnom površinom **većom od 250 m²**;
 - **do 31. prosinca 2027.** na svim **POSTOJEĆIM javnim i nestambenim zgradama** koje se **podvrgavaju značajnoj ili dubinskoj obnovi** s korisnom podnom površinom **većom od 400 m²**
 - **do 31. prosinca 2029.** na **SVIM NOVIM STAMBENIM** zgradama.
- DČ utvrđuju i objavljuju kriterije na nacionalnoj razini za praktičnu provedbu tih obveza /uzimaju u obzir konstrukcijsku cjelovitost, bioraznolikost i stabilnost elektroenerg. mreže i dr./

20 % $Q''_{h,nd}$ ili Eprim ????





"HAVE YOU NOTICED IT, TOO?"

OIE SU ŠLAG NA TORTU, NE TORTA!



- The 'Plus-Energie-Bürohochhaus' (plus-energy-office high-rise building) is the world's first office tower that can claim to feed more energy into the power grid than is required to operate AND use the building.

PRAVILO – „NE ČINI ZNAČAJNU ŠTETU“

- DNSH – „Do no significant harm“
 - Uredba o uspostavljanju Instrumenta za oporavak i otpornost predviđa da mjere uključene u oporavak države članice i Plan otpornosti (RRP) NE dovedu do značajne štete za bilo koji od šest okolišnih ciljeva u smislu članka 17. Uredbe o EU taksonomiji

Ublažavanje
klimatskih promjena

Prilagođavanje
klimatskim
promjenama

Održiva uporaba i
zaštita voda i morskih
resursa

Kružno gospodarstvo,
uključujući prevenciju
otpada i recikliranje

Prevencija
onečišćenja i kontrola
zraka, vode ili tla

Zaštita i obnova
biološke raznolikosti i
ekosustava

PRAVILO – „NE ČINI ZNAČAJNU ŠTETU“

Načelo DNSH treba implementirati na 3 razine:

1. Pri izradi Glavnog projekta
2. Pri izvođenju
3. Pri stručnom nadzoru

**Do
No
Significant
Harm**

PRAVILO – „NE ČINI ZNAČAJNU ŠTETU“

1. DNSH pri izradi Glavnog projekta
 - Postići **min. 30% uštede** E_{prim} u odnosu na stanje prije obnove
 - Uštede $Q''_{\text{H,nd}}$ **od minimalno 50%** odnosno
 - min. 20% uštede $Q''_{\text{H,nd}}$ ili E_{prim} za zgrade iz registra kulturne baštine + jamčiti zaštitu i očuvanje kulturne baštine
 - Ako se mijenjaju postojeći neučinkoviti sustavi grijanja (gorivo – ugljen, lož ulje ili visokotemperaturni plinski bojleri/kotlovi) s kondenzacijskim kotlovima na plin – financijska potpora takvim investicijama je manja od 20% investicije

PRAVILO – „NE ČINI ZNAČAJNU ŠTETU“

Načelo DNSH treba implementirati na 3 razine:

1. DNSH pri izvođenju

- **Obnova rezultira s manjom količinom otpada** u usporedbi s procesima izgradnje i rušenja prema „EU protokolu o gospodarenju otpadom od gradnje i rušenja“
- Operatori koji provode obnovu morat će osigurati da građevinski dijelovi i materijali u obnovi zgrade **ne sadrže azbest niti tvari koje izazivaju veliku zabrinutost**. Također, morat će se osigurati da građevinski dijelovi i materijali korišteni u zgradi koji mogu doći u kontakt sa stanarima emitiraju **manje od maksimalne propisane količine štetnih spojeva**.
- Tijekom građevinskih radova poduzet će se mjere kojima se onečišćenje zraka, tla i podzemnih voda te buka svode na najmanju mjeru. Radovi će se izvoditi samo u dnevnom razdoblju, svi rastresiti materijali će biti sklonjeni kako bi se spriječilo rasipanje tijekom kiše i vjetrova, a sva uklanjanja i demontaže građevinskih elemenata i materijala vršit će se tehnikama koje sprečavaju širenje prašine i štetnih tvari na susjedne površine, te će se kada je potrebno koristiti zaštitne ograde .

2. Pri stručnom nadzoru

- Stručni nadzor morat će osigurati da su se radovi provodili prema principima DNSH te upisati odgovarajuću izjavu u Završno izvješće nadzornog inženjera

PROGRAM ENERGETSKE OBNOVE ZGRADA KOJE IMAJU STATUS KULTURNOG DOBRA

Vlada Republike Hrvatske donijela na sjednici održanoj 23. prosinca 2021.

Fokus Programa

1. pojedinačno zaštićena kulturna dobra (pojedinačne građevine i graditeljski sklopovi)
 - 1950 zgrada
2. zgrade koje se nalaze unutar zaštićene kulturno - povijesne cjeline
 - 102 615 zgrada

Cilj Programa - pokrenuti sveobuhvatnu u energetske obnovu zgrada koje imaju status kulturnog dobra, pri tome jamčeći zaštitu i očuvanje kulturne baštine

Kriterij je postići energetske uštede nakon obnove: minimalno 20 % $Q''_{h,nd}$ ili E_{prim}

20 % $Q'_{h,nd}$ ili E_{prim} ????



ZGRADE KULTURNE BAŠTINE - SMJERNICE

Želimo unijeti energiju i održivost u dijalog o kulturnoj baštini. Poboljšanje kvalitete stanovanja, prepoznavanje i održavanje kontinuiteta stanovanja, istovremeno svjesni načela zaštite kulturne baštine.

Svaka zgrada treba individualnu analizu i individualnu strategiju energetske obnove.

SMJERNICE:

<https://min-kulture.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/-Smjernice%20za%20energetsku%20obnovu%20zgrada%20sa%20statusom%20kulturnog%20dobra.pdf>

SMJERNICE ZA ENERGETSKU OBNOVU ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA

MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA
MINISTARSTVO PROSTORNOGA UREĐENJA, GRADITELJSTVA I DRŽAVNE IMOVINE
2023.



ZGRADE KULTURNE BAŠTINE

- Kad je u prosincu 2002. godine izašla prva verzija Direktive o energetske svojstvu zgrada (Direktiva 2002/91 / EC), postojao je strah da će zgrade koje su zaštićeno kulturno dobro ili se nalaze unutar zone kulturno-povijesne cjeline biti unakažene ili uništene.
- Svi želimo sačuvati zgrade kulturne baštine, želimo ih koristiti i ujedno učiniti energetske učinkovitijima.
- To se, naravno, mora učiniti na način koji je kompatibilan sa stupnjem zaštite zgrade.

TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA

- U članku 45. definiraju se Tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada.
- propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline U [W/m^2K] građevnih dijelova, otvora, najveća dopuštena vrijednost godišnje potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, $Q''_{H,nd}$
- Međutim, članak 46. ovoga Propisa definira uvjeti pri kojima se dopušta odstupanje od zahtjeva iz članka 45. ovoga Propisa
 - ...
 - na građevne dijelove zgrade ili zgradu u cjelini koja je upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske ili zgradu koja se nalazi u kulturno - povijesnoj cjelini upisanoj u taj Registar, uz suglasnost Ministarstva, **ako bi se njima narušila bitna spomenička svojstva zgrade, a da se pri tome ispune zahtjevi ovoga propisa koji se odnose na rekonstrukciju u najvećoj mogućoj mjeri u skladu s konzervatorskim uvjetima.**
 - ...

PROGRAM RAZVOJA ZELENE INFRASTRUKTURE U URBANIM PODRUČJIMA

Vlada Republike Hrvatske donijela na sjednici održanoj 23. prosinca 2021.

Cilj Programa razvoja ZI je uspostava održivih, sigurnih i otpornih gradova i naselja kroz postizanje posebnih ciljeva i prioriteta te provedbu mjera za razvoj zelene infrastrukture u urbanim područjima Republike Hrvatske.

Najznačajniji očekivani učinci provedbe Programa su:

- poticanje zelenih investicija
- otvaranje novih radnih mjesta i osnivanje novih tvrtki za potrebe izgradnje i održavanja zelene infrastrukture te proizvodnju i prodaju građevinskih i bioloških materijala
- smanjenje efekta toplinskih otoka i temperature u gradovima
- smanjenje emisije stakleničkih plinova te očuvanje i obnavljanje kvalitete zraka, vode i tla
- poboljšanje kvalitete urbanih područja preobrazbom napuštenih i zapuštenih zemljišta
- poboljšanje zdravlja ljudi i smanjenje ulaganja za liječenje bolesti
- proizvodnja hrane u urbanim vrtovima, staklenicima i zimskim vrtovima

ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ZGRADE

Sukladno Direktivi (EU) 2018/844 a prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)- (dalje u tekstu: TPRUETZZ):

- **Prije značajne obnove zgrade projektanti** prema nadležnosti struke trebaju **izraditi Analizu postojećeg stanja zgrade** s prijedlogom mjera i procjenom investicije po pitanju:
 - zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta,
 - mehaničke otpornosti i stabilnosti, posebice potresne otpornosti zgrade te
 - sigurnosti u slučaju požara
- „značajna obnova zgrade je obnova zgrade gdje se obnovi podvrgava više od 25 % površine ovojnice zgrade.“

SMJERNICE ZA IZRADU ANALIZE

- Smjernice za izradu analize objavljuju se na web stranicama MPGI:

- **I. dio Smjernica** služe projektantima kao pomoć u izradi analize (1/3)

[\(1/3\)- Smjernice za izradu analize I ZDRAVI UNUTARNJI KLIMATSKI UVJETI 2021_09_08](#)

[\(2/3\)- Smjernice za izradu analize I MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST 2021_09_08](#)

[\(3/3\)- Smjernice za izradu analize I SIGURNOST U SLUČAJU POŽARA 2021_09_08](#)

- **II. dio Smjernica** se daje kao predložak u obliku/formatu u kojem treba izraditi Analizu koja se predaje Naručitelju

[Smjernice za izradu analize II naslovna stranica PREDLOZAK S II n v2021_09_08](#)

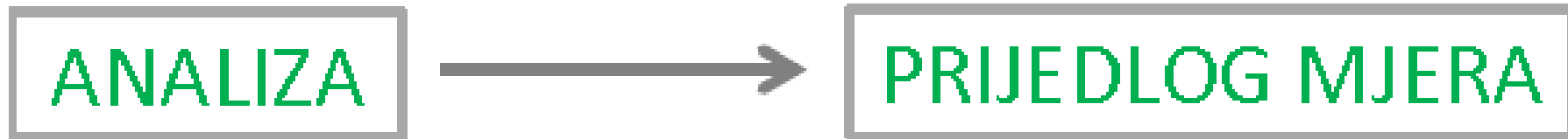
[\(1/3\) - Smjernice za izradu analize II PREDLOZAK S II ZUKU v2021_09_08 \(List 1\)](#)

[\(2/3\) - Smjernice za izradu analize II PREDLOZAK S II MOIS v2021_09_08 \(dio A i dio B\)](#)

[\(3/3\) - Smjernice za izradu analize II PREDLOZAK S II SUSP v2021_09_08 \(List 1\)](#)

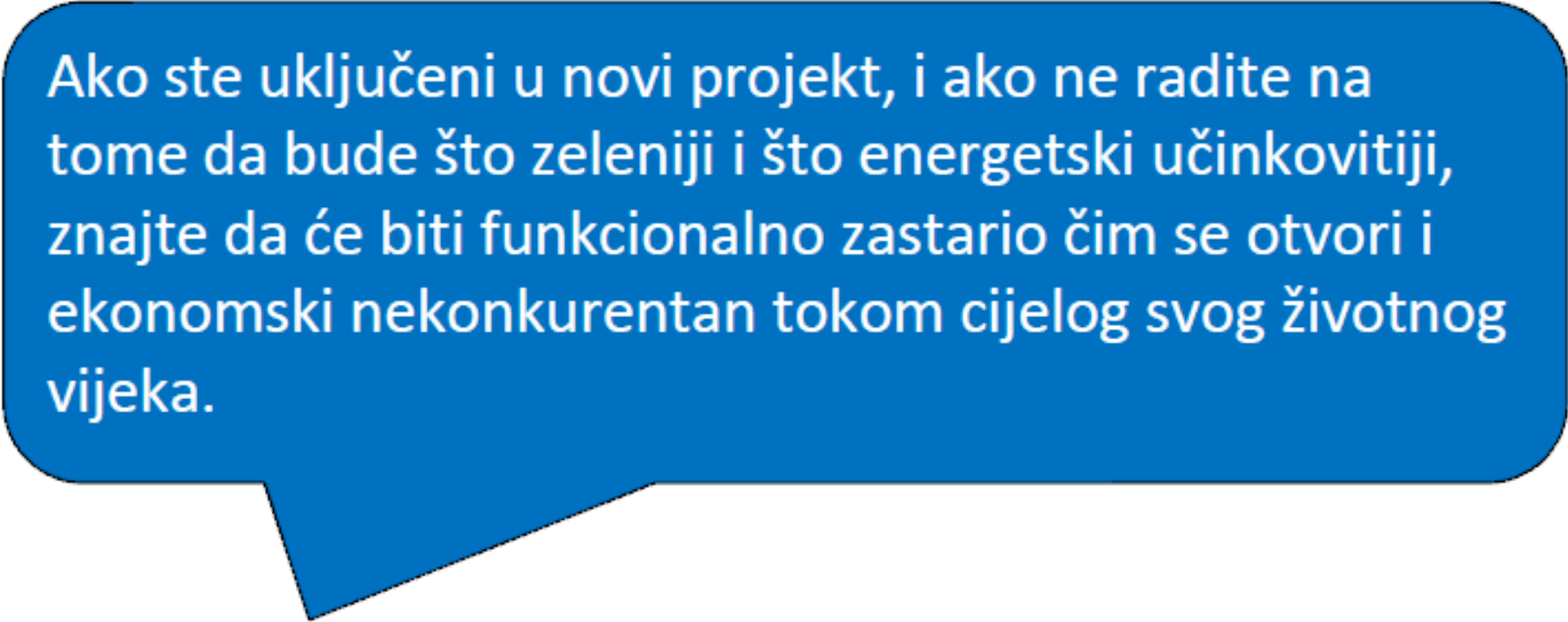
ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ZGRADE

prije značajne obnove zgrade.



Rezultati analize

- **podloga u izradi projektne dokumentacije**, kako bi se, uz energetska obnovu zgrade, mogla provesti sveobuhvatna obnova koja je gospodarski, tehnički i funkcionalno izvediva, odnosno optimalna u odnosu na postojeće stanje zgrade.



Ako ste uključeni u novi projekt, i ako ne radite na tome da bude što zeleniji i što energetski učinkovitiji, znajte da će biti funkcionalno zastario čim se otvori i ekonomski nekonkurentan tokom cijelog svog životnog vijeka.

-- Jerry Yudelson, bivši član Uprave U.S. Green Building Council -a

ZDRAVLJE I UGODNOST

Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (WHO)

zdravlje je "stanje potpune tjelesne, duhovne i socijalne ugone",

a pod time se ne misli samo na odsustvo bolesti.

Na temelju te definicije se pod zdravstvenim djelovanjem ne **podrazumijeva** samo tjelesna povreda zdravlja, nego i ometena subjektivna ugodnost, koje dugotrajno također mogu dovesti do tjelesne povrede zdravlja.



ZDRAVI UNUTARNJI KLIMATSKI UVJETI

U smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije iz 2009. navodi se da u pogledu kvalitete zraka u unutarnjem prostoru, **zgrade boljih energetske svojstva pružaju veću udobnost i dobrobit stanarima te doprinose zdravlju.**

SLAŽEMO SE!

- **Pod uvjetom da su zgrade pravilno projektirane, izgrađene i održavane**

U SUPROTNOM...

- **Mogu biti vrlo problematične za zdravlje ljudi.**
- **... CO₂, HOS (VOC), gljivice, plijesan, prašina, ...**



UNUTARNJI UVJETI UGODNOSTI PROSTORA

Unutarnji uvjeti ugodnosti prostora podrazumijevaju:

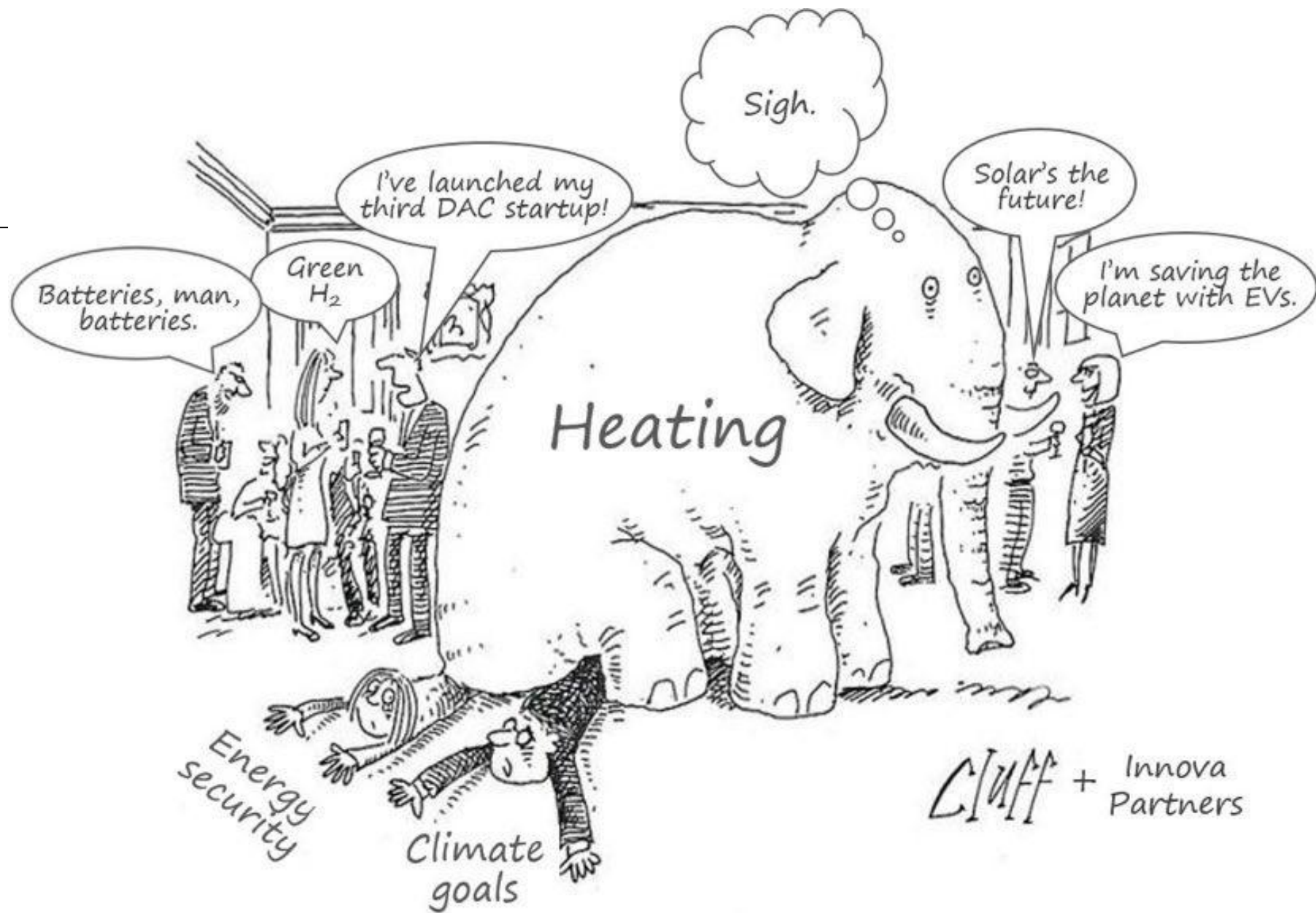
- optimalnu temperaturu i RH zraka,
- Temperatura ploha građevnih dijelova
- brzinu strujanja zraka,
- količinu zagađivača (prašine i hlapljivih spojeva) u zraku,
- Radioaktivne čestice
- Mikroorganizmi
- Ugljični dioksid,
- osunčanje i prirodno osvjetljenje,
- zaštitu od buke i akustičku kvalitetu prostorija.



THE EFFECTS OF MODERN INDOOR LIVING



OK... KAKO PRISTUPITI?

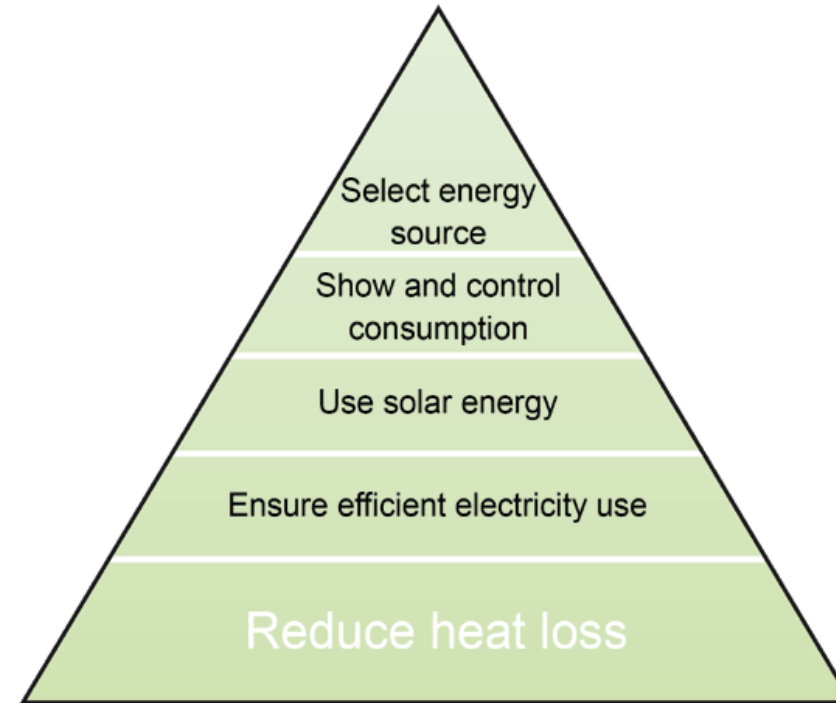
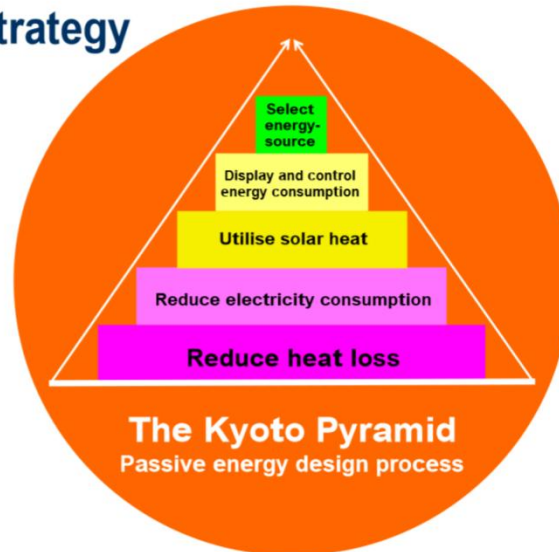


"HAVE YOU NOTICED IT, TOO?"

KLJUČNI ELEMENTI OBNOVE ZGRADA

- Tehničke mogućnosti za energetske obnovu prioritetno se oslanjaju na smanjenje energetske potrebe kroz obnovu vanjske ovojnice zgrade, uključuje i tehničke sustave u zgradama te sustave OIE

Design strategy

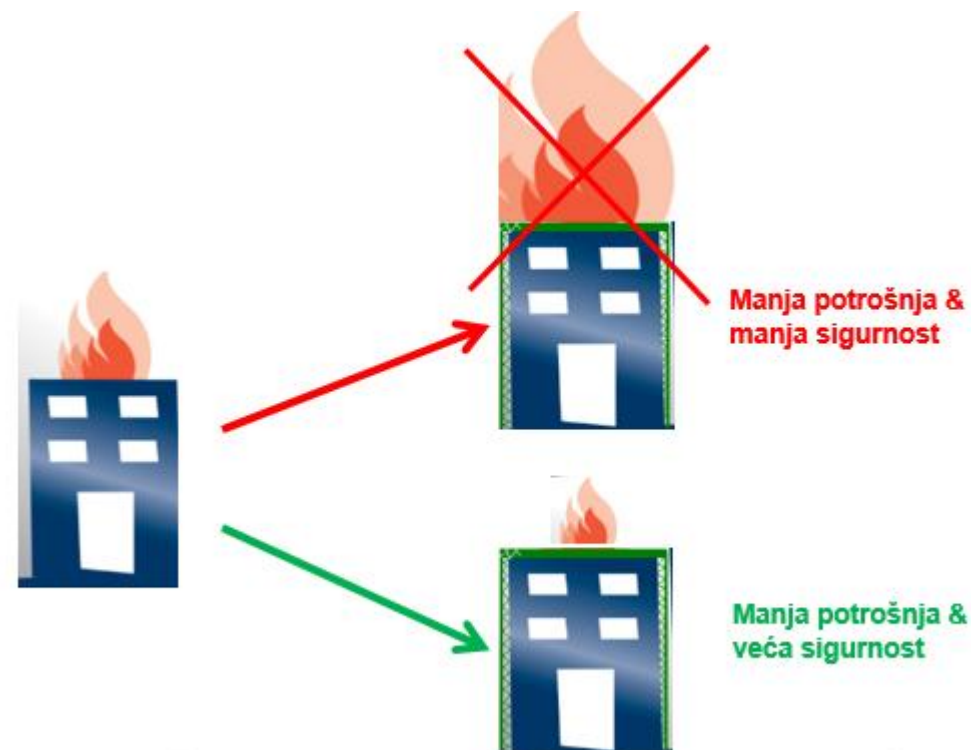




KLJUČNI ELEMENTI OBNOVE ZGRADA

U slučaju zgrada koje se podvrgavaju značajnoj obnovi poticati će se visokoučinkoviti alternativni sustavi te će se **posebna pažnja posvetiti osiguranju zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, zaštiti od požara i rizika povezanih s pojačanom seizmičkom aktivnosti**

Cilj
=
manja potrošnja energije
+
više sigurnosti



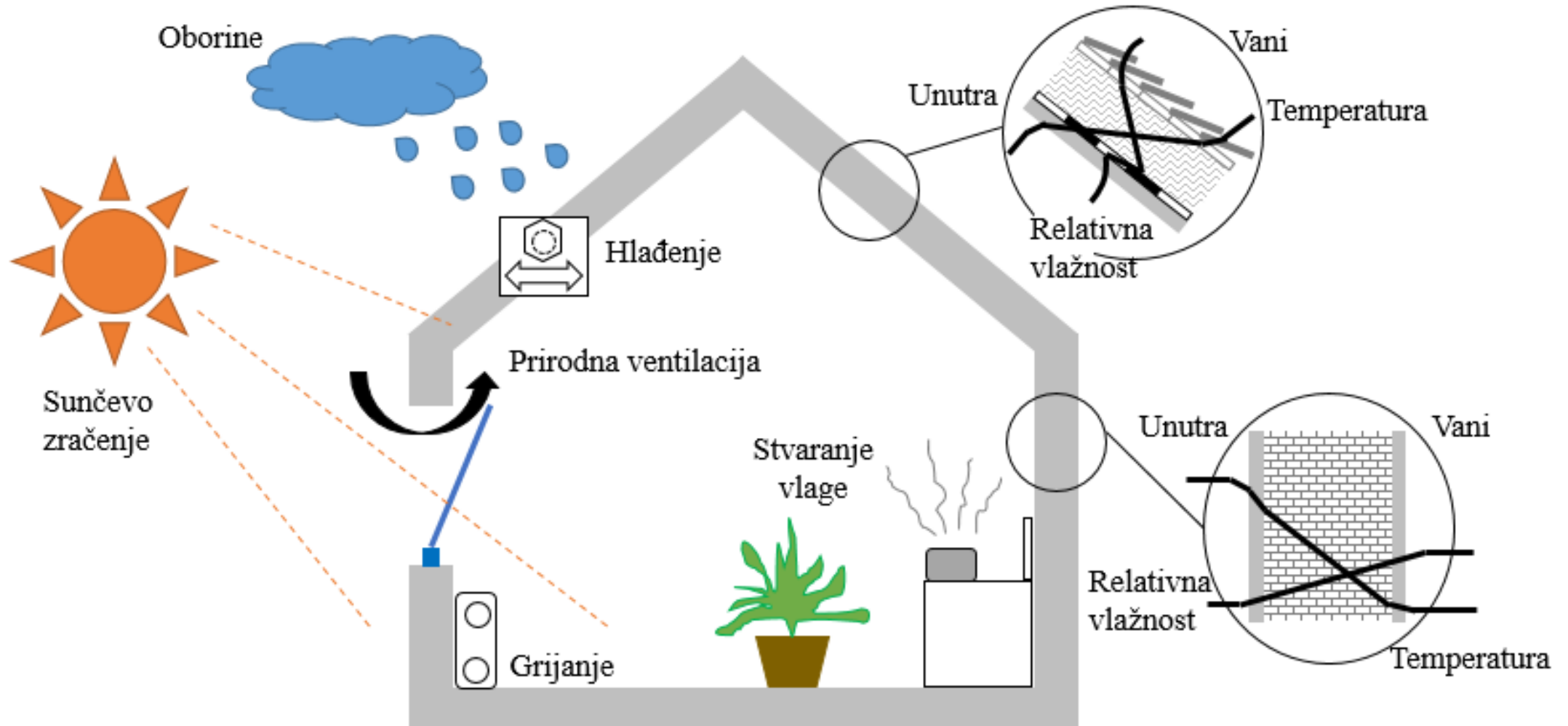
ZDRAVO STANOVANJE (*ENG. HEALTHY LIVING*)



Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2017.

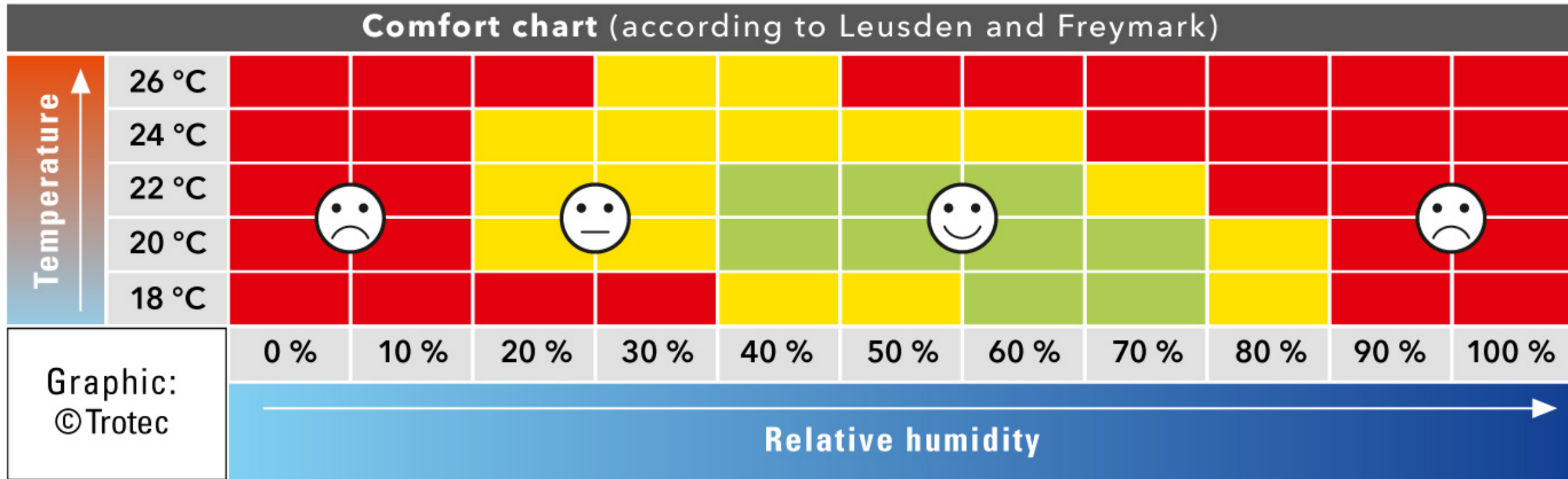
<https://9foundations.forhealth.org/>

VANJSKA OVOJNICA ZGRADE – HIGROTHERMALNO PONAŠANJE



Which room climate makes you feel most comfortable?

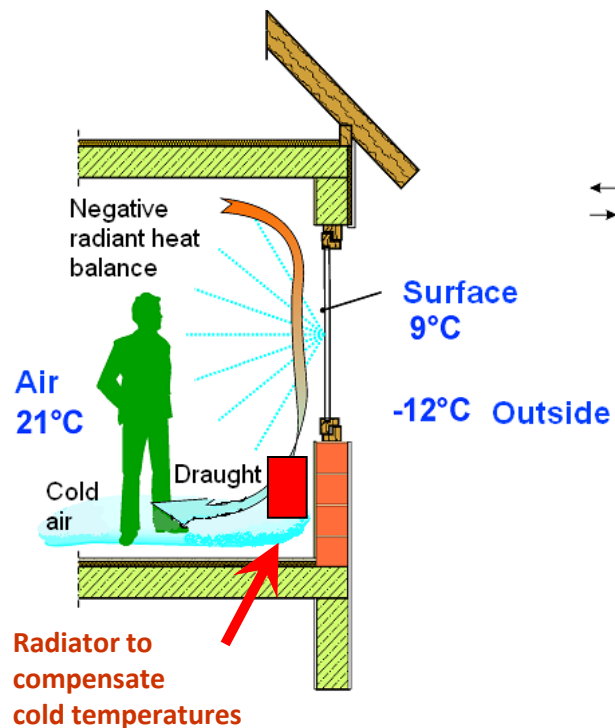
Comfort chart (according to Leusden and Freymark)



☹ = uncomfortable – too dry or too moist 😐 = quite comfortable 😊 = comfortable

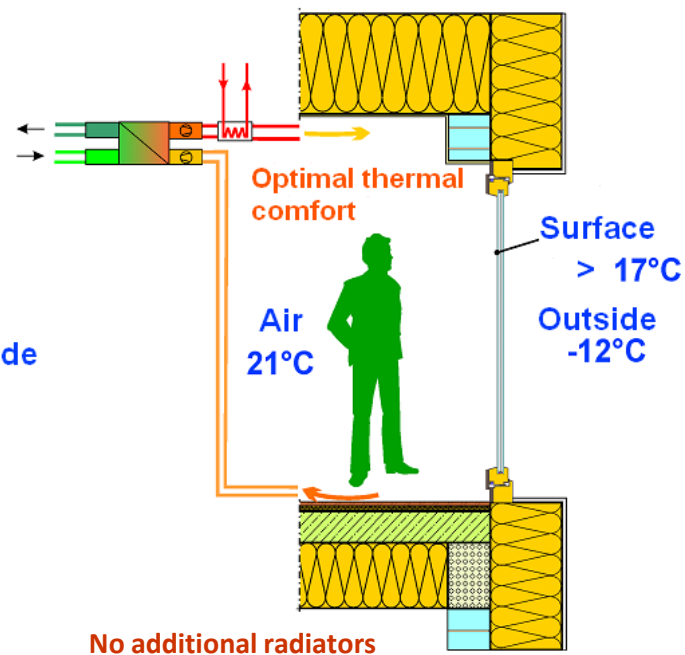
TOPLINSKA UGODNOST

„Klasična gradnja”



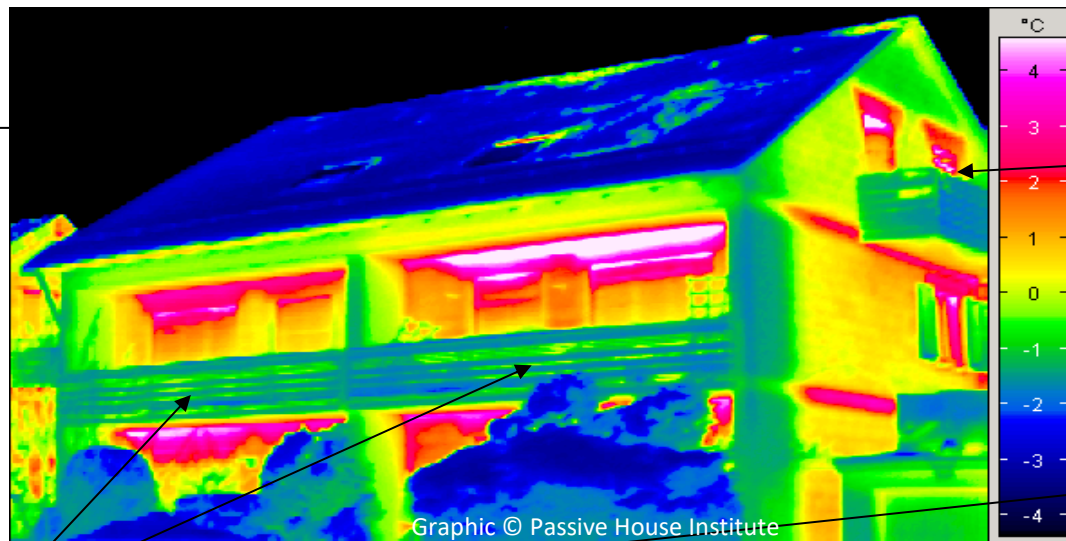
Česti problem u postojećim zgradama - nije ugodno

NZEB



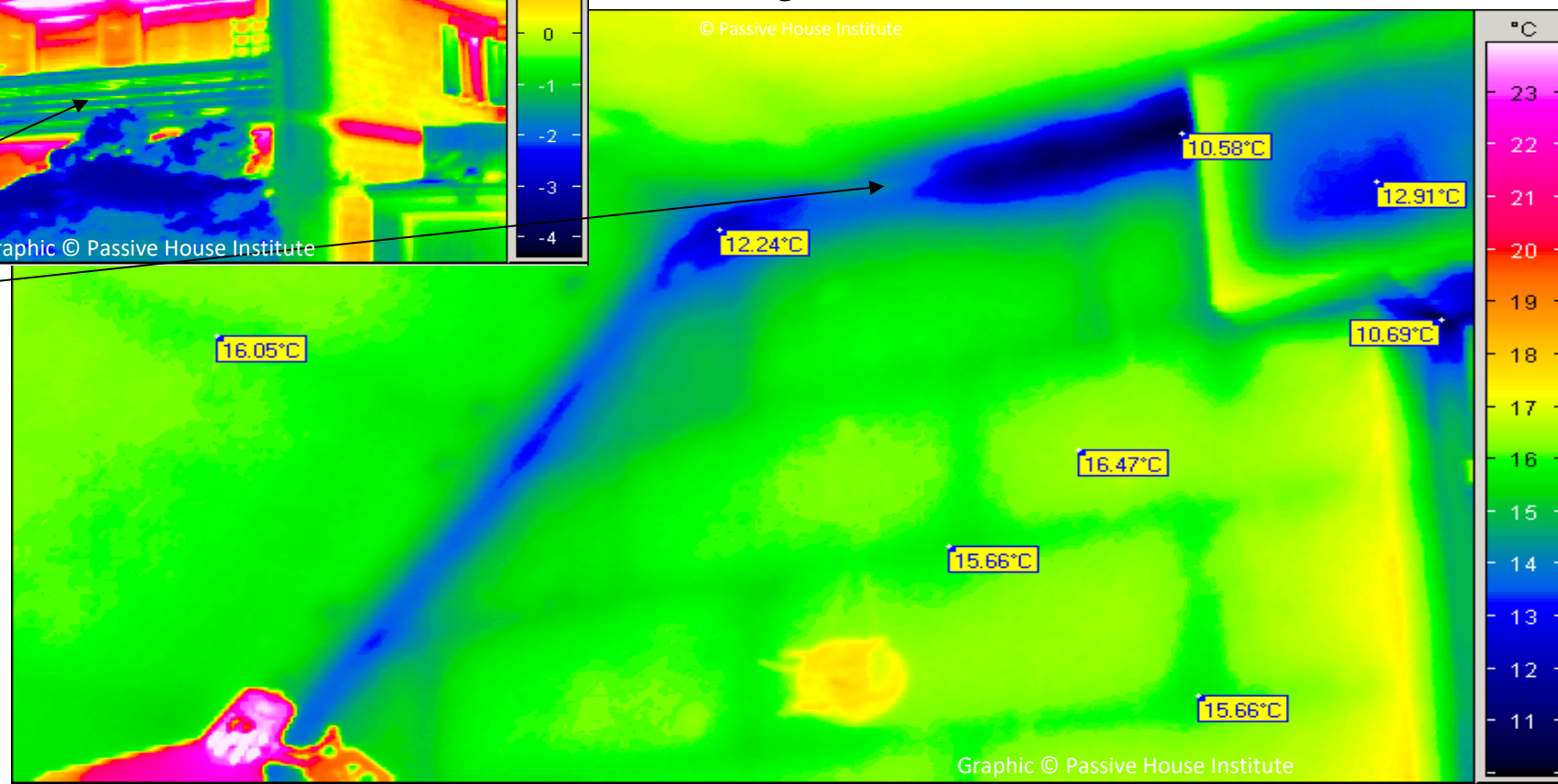
Poboljšani građevni dijelovi zgrade - ugodno

ZAHTJEVI: GRAĐEVINSKA FIZIKA



Toplinski mostovi :
Špalete prozora

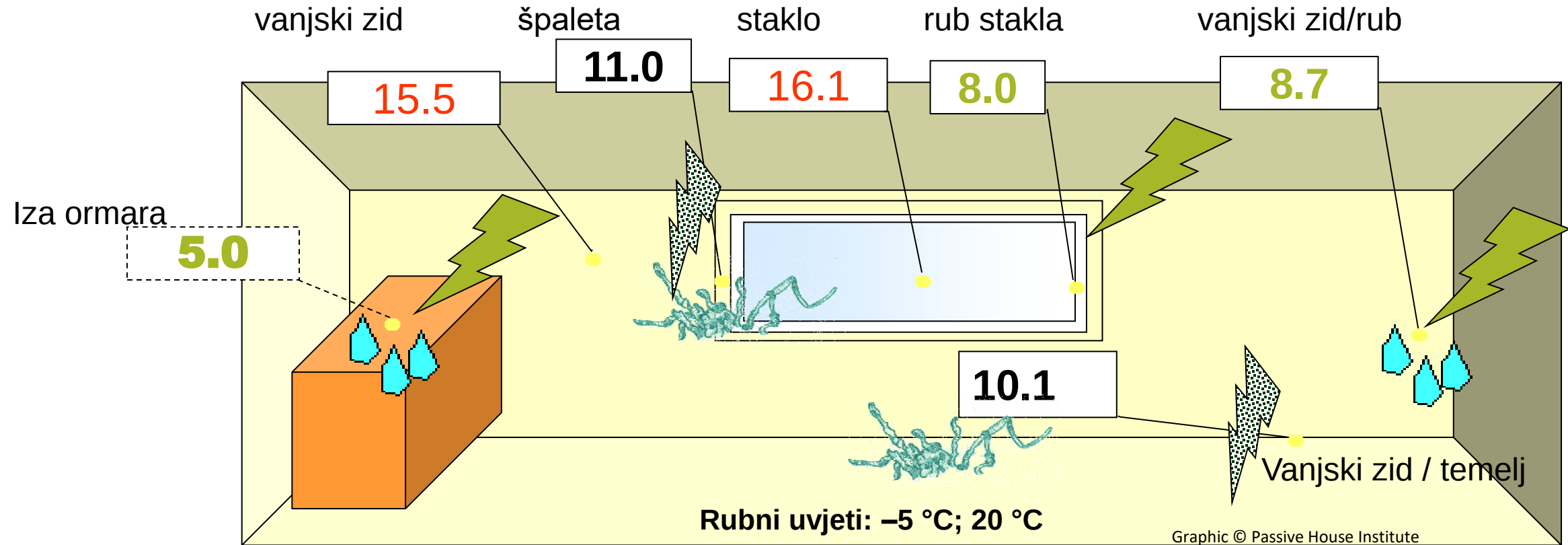
Pogled iznutra:



Toplinski mostovi:
Balkoni

Građevinska fizika

Sadašnje stanje u staroj zgradi: nema izolacije, novi prozori

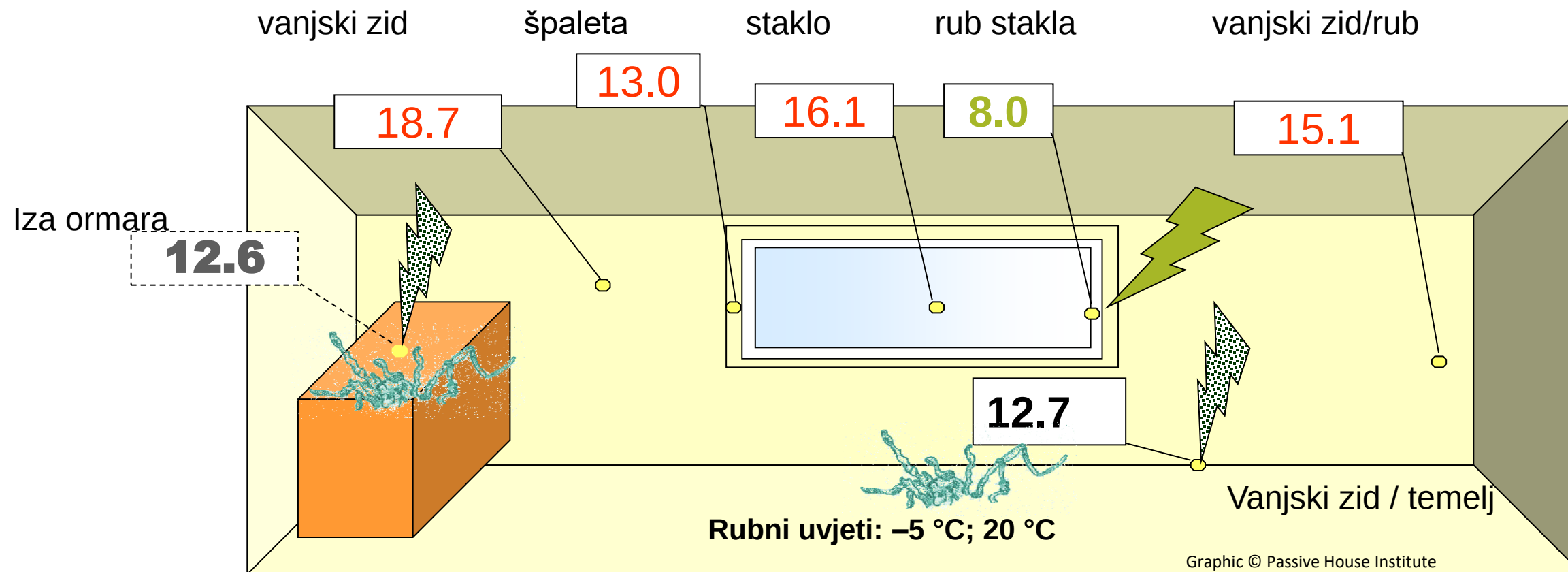


relevantna temperatura površine na $<11\text{ }^{\circ}\text{C}$: iza namještaja, na vanjskim kutnim rubovima zida, temelj, špalete prozora, rubovi stakla $\Rightarrow$ **problemi**

relativna vlažnost u sobama mora konstantno biti $< 38\%$

Građevinska fizika

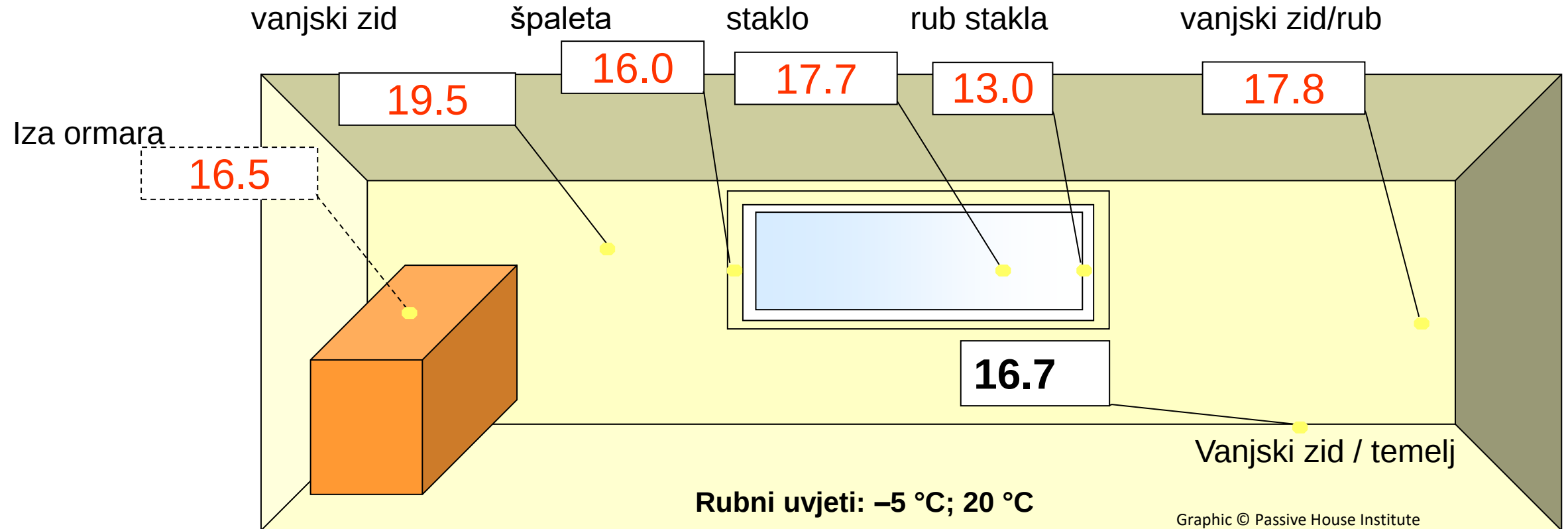
Stara zgrada konvencionalno izolirana: 60 mm vanjske izolacije, novi konvencionalni prozor, okvir prekriven izolacijom



Poboljšana situacija: relevantna temperatura površine na $\approx 12\text{ °C}$ iza namještaja i na temeljima: još uvijek problematična mjesta: relativna vlažnost u sobama mora trajno biti $<45\%$

Građevinska fizika

Stara zgrada izolirana prema NZEB-u: 200 mm vanjske izolacije, novi prozor vrlo male U_w -vrijednosti



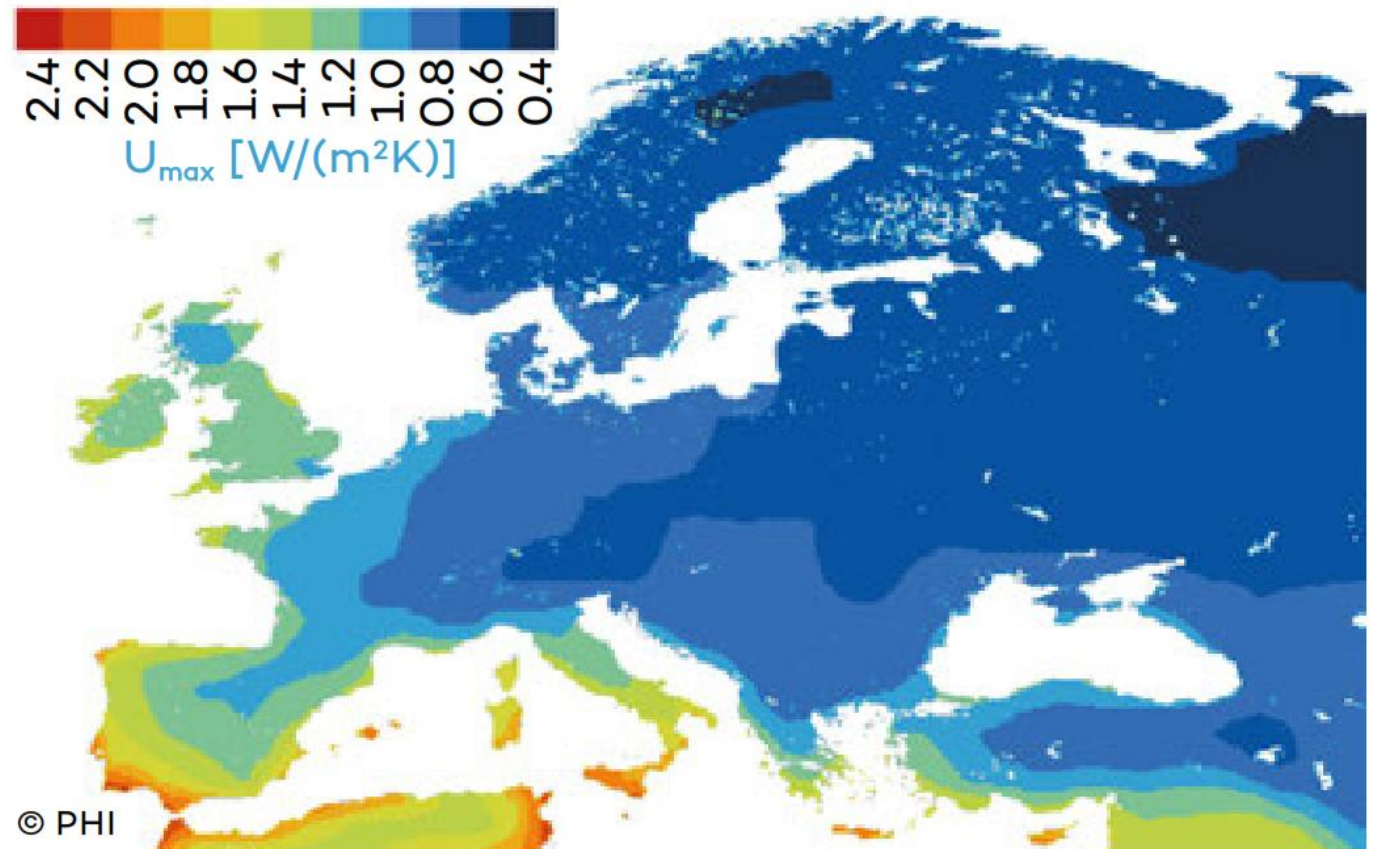
Temperatura svih relevantnih površina $> 16\text{ °C}$:

$\varphi < 62\%$, nema problema čak ni iza ormara

TOPLINSKA UGODNOST

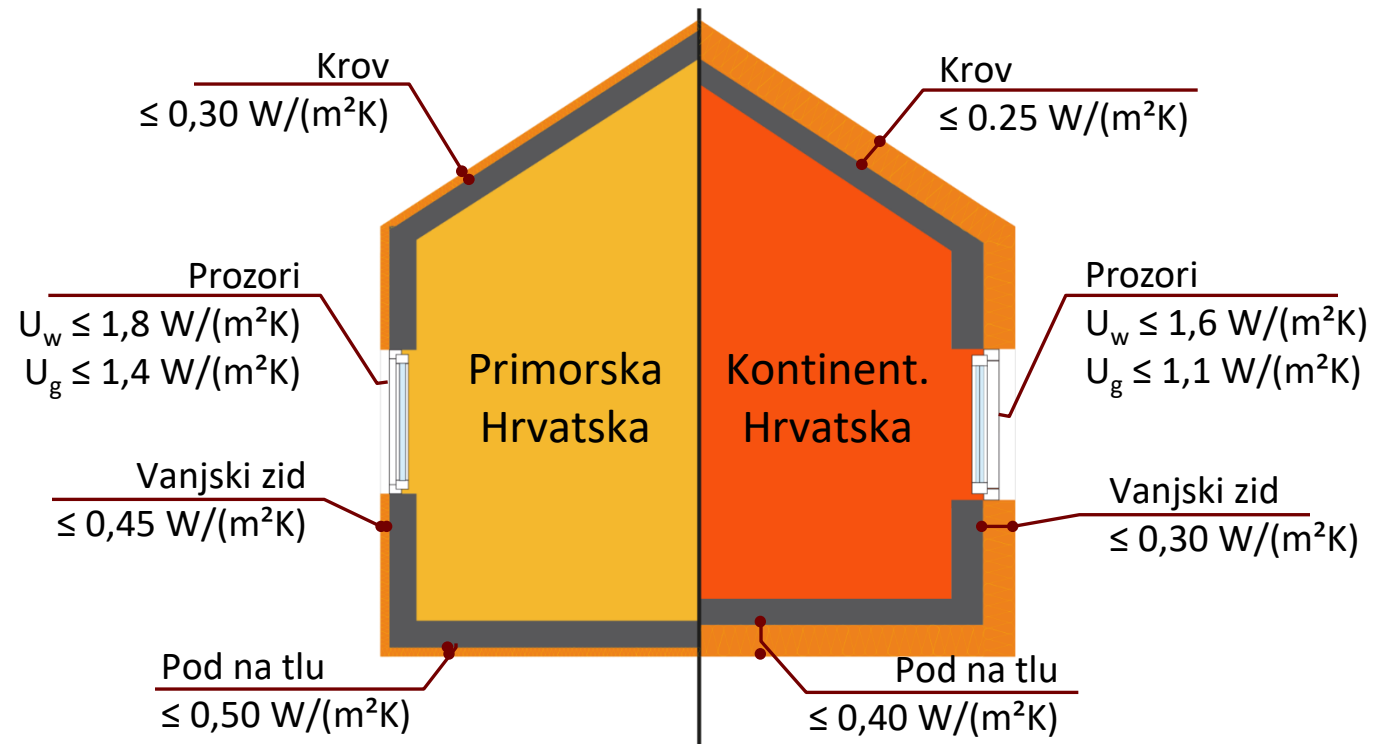
- Jedan od ciljeva radova na energetskej obnovi je osigurati ugodnu unutarnju klimu za stanare.
- Ograničiti razliku temperature unutarnjeg zraka i temperature površina koje čine vanjsku ovojnicu zgrade na $< 4,2\text{ °C}$

Karta Europe s U_w -vrijednostima za prozore
neophodnim za zadovoljavanje zahtjeva
udobnosti

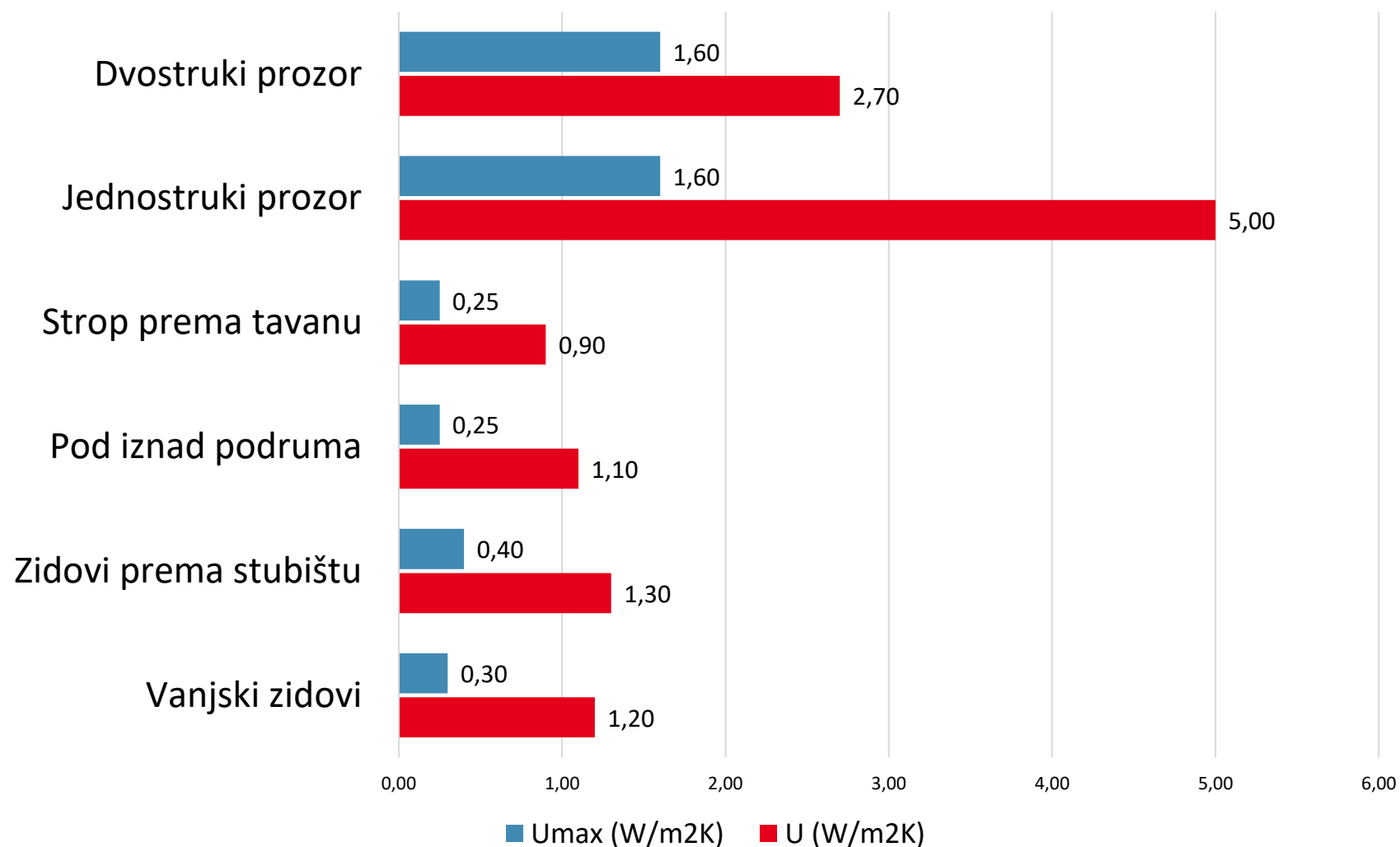


IZOLACIJA – USPOREDBA KONTINENTALNA I PRIMORSKA HR

- Najveće dopuštene U-vrijednosti [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
prema TPRUETZZ (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)



USPOREDBA U-VRIJEDNOSTI TIPIČNIH NEOBNOVLJENIH DIJELOVA VANJSKE OVOJNICE ZGRADE U DONJEM GRADU ZAGREBA U ODNOSU NA DANAŠNJE PROPISE



TPRUETZZ (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Tablica 9.- Najveće dopuštene vrijednosti za postojeće zgrade grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više prilikom rekonstrukcije prema članku 45. stavku 7.

ZAHTJEVI - REKONSTRUKCIJA	Q'' _{H,nd} [kWh/(m ² ·a)]						E _{prim} [kWh/(m ² ·a)]	
	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3\text{ °C}$			primorje, $\theta_{mm} > 3\text{ °C}$			kontinent $\theta_{mm} \leq 3\text{ °C}$	primorje $\theta_{mm} > 3\text{ °C}$
VRSTA ZGRADE	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$		
Višestambena	50,63	$40,49 + 50,73 \cdot f_0$	93,75	27,00	$21,59 + 27,06 \cdot f_0$	50,00	180	130
Obiteljska kuća	50,63	$40,49 + 50,73 \cdot f_0$	93,75	27,00	$19,24 + 38,82 \cdot f_0$	60,00	135	80
Uredska	21,18	$11,03 + 50,73 \cdot f_0$	64,29	17,60	$12,19 + 27,06 \cdot f_0$	40,60	75	75
Obrazovna	14,98	$4,84 + 50,73 \cdot f_0$	58,10	10,81	$5,40 + 27,06 \cdot f_0$	33,83	90	75
Bolnica	23,40	$13,26 + 50,73 \cdot f_0$	66,51	50,48	$45,06 + 27,06 \cdot f_0$	73,48	340	330
Hotel i restoran	44,35	$34,21 + 50,73 \cdot f_0$	87,48	12,50	$7,09 + 27,06 \cdot f_0$	35,50	145	115
Sportska dvorana	120,49	$110,35 + 50,73 \cdot f_0$	163,61	40,91	$35,50 + 27,06 \cdot f_0$	63,93	420	215
Trgovina	61,14	$50,99 + 50,73 \cdot f_0$	104,25	15,11	$9,71 + 27,06 \cdot f_0$	38,13	475	300
Ostale nestambene	50,63	$40,49 + 50,73 \cdot f_0$	93,75	27,00	$21,59 + 27,06 \cdot f_0$	50,00	180	130

KAKO PROVESTI ENERGETSKU OBNOVU?

KAKO PROVESTI ENERGETSKU OBNOVU?

- Ne postoje standardna rješenja za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada koje su zaštićeno kulturno dobro ili se nalaze unutar zone kulturno-povijesne cjeline
 - s pravim pristupom može se pronaći odgovarajuće rješenje za određenu zgradu.
- Dostupne su brojne tehnologije; zadatak je projektantskog tima odabrati prave i prilagoditi ih potrebama svake zgrade.

“

*When we strive to
become better than we
are, everything around
us becomes better too.*

~ Paulo Coelho ~

”
OkDay.com

OBNOVA: ZAHTEVI ZA POJEDINE KOMPONENTE

Ekonomičnost

Građevinska fizika

Smanjenje emisija
 CO_2

Toplinska ugodnost

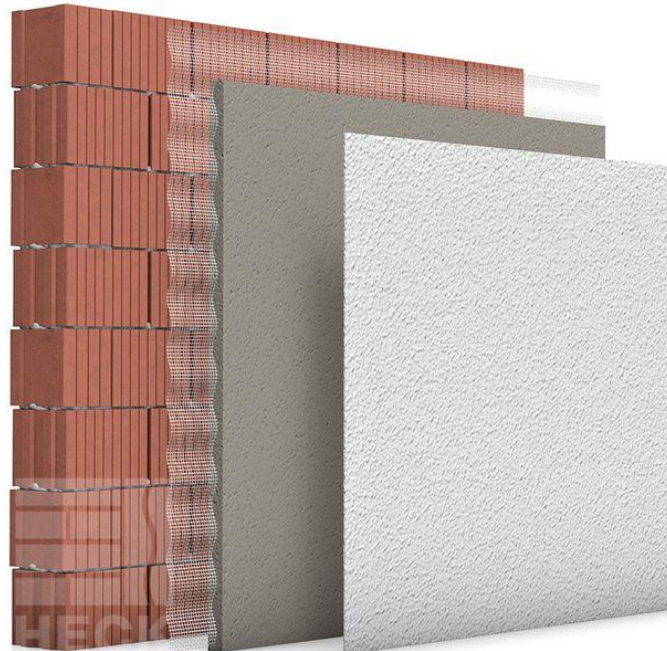


Zdravlje

IZOLACIJA S VANJSKE STRANE

TOPLINSKA ŽBUKA

- Relativno pristupačna cijena
- $\lambda \approx 0,09 - 0,13 \text{ W/mK}$
- U prikazanom primjeru uzeto
 - $\lambda = 0,11 \text{ W/mK}$



ŽBUKA OD PLUTA

- Agregat granule pluta
 - NIJE PREMAZ
- $\lambda \approx 0,037 - 0,080 \text{ W/mK}$
- U prikazanom primjeru uzeto
 - $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$

DIATHONITE Evolution DTA 7/12 - 1509 NF EN 998-1	
Enduit de façade Enduit de rénovation de façade	

	DIATHONITE Evolution 0068 - CPR - 033/2012 UNI-EN 998-1
	Specification for mortar for masonry Part 1: Rendering and plastering mortar

THERMAL CONDUCTIVITY

$\lambda = 0.045$
 $\text{W/m}^\circ\text{K}$

BREATHABILITY

$\mu = 4$

COMPRESSION RESISTANCE

2.7
 N/mm^2

DRY MORTAR POROSITY

71.64%

THERMAL DIFFUSIVITY

0.13
 m^2/Ms

WATER ABSORPTION

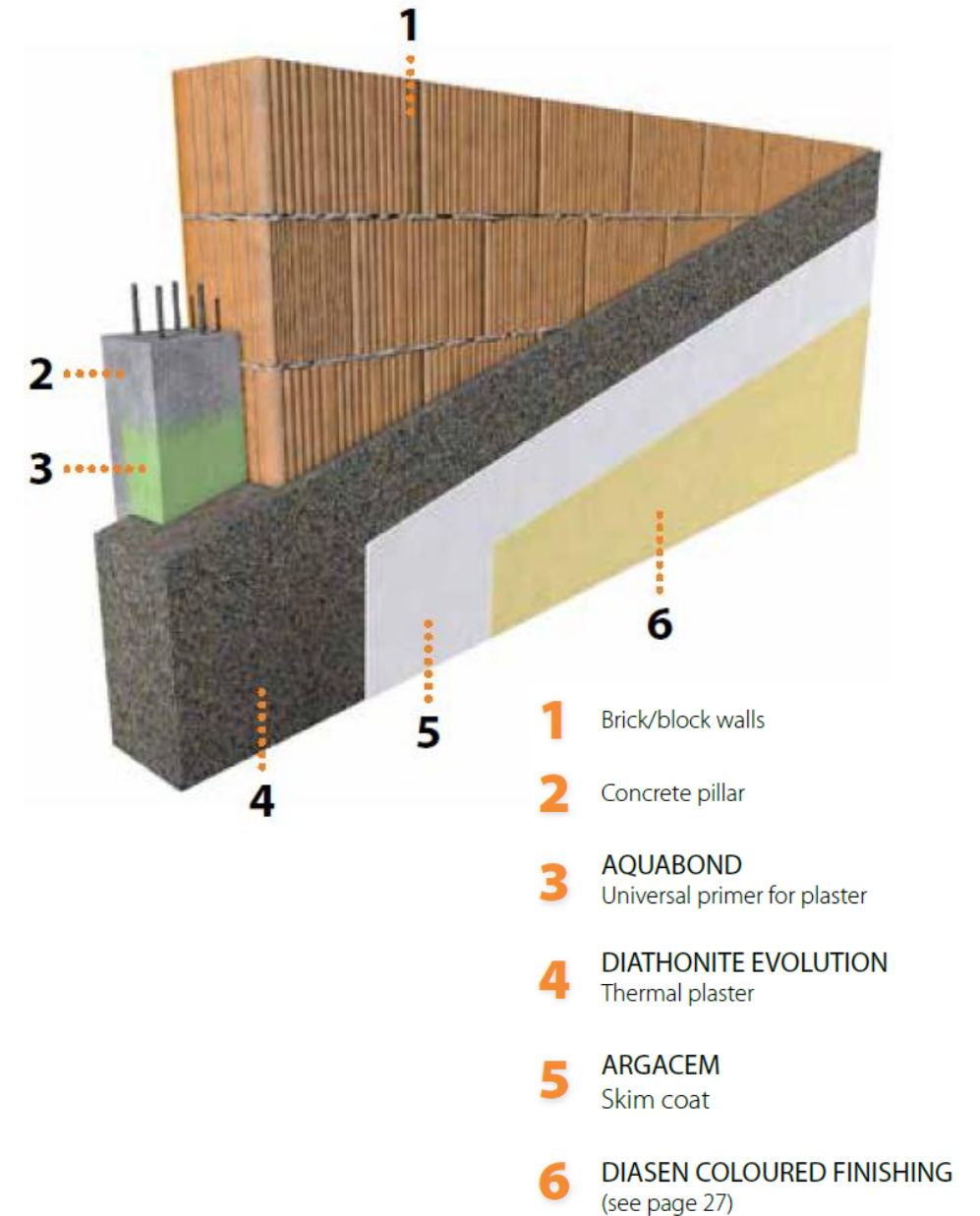
0.40
 $\text{kg/m}^2\text{min}^{0.5}$

ELASTIC MODULE

742
 N/mm^2

FIRE RESISTANCE

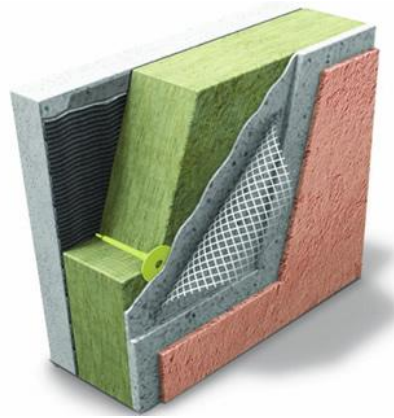
Euroclasse
A1



ŽBUKA OD PLUTA – PRIMJERI IZVEDBI



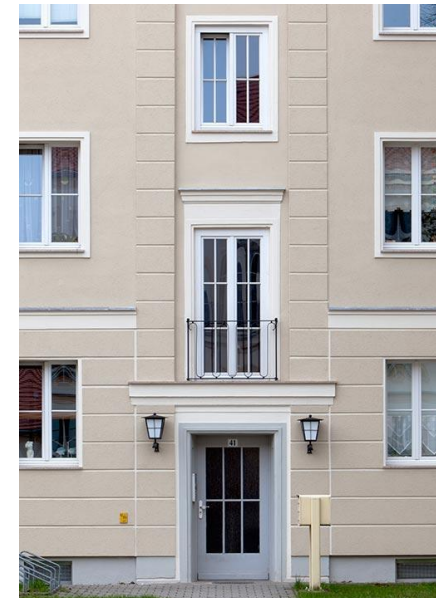
ETICS



Berlin, Kopenhagener Straße 31



Cottbus,
Thomas-Müntzer- and Franz-Mehring-Strasse



DODATNE MOGUĆNOSTI

- Žbuka s aerogelom
 - $\lambda \approx 0,028 \text{ W/mK}$
- Blazine od aerogela
 - $\lambda \approx 0,015 - 0,019 \text{ W/mK}$
- Ploče od aerogela
 - $\lambda \approx 0,016 \text{ W/mK}$



AGELFA: Research project TU Wien

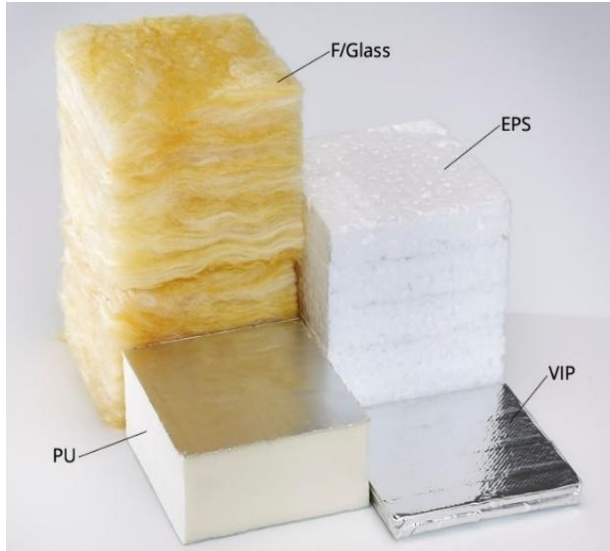


Aerogel-Plaster

|

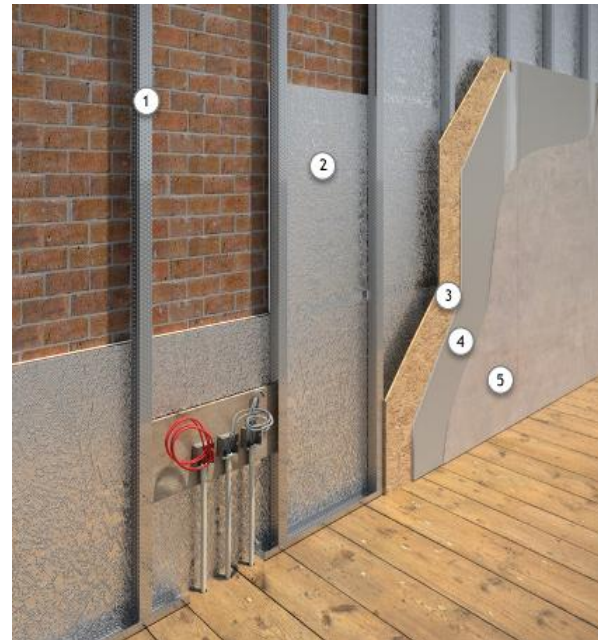
Original

DODATNE MOGUĆNOSTI



Usporedba potrebnih debljina pojedinih toplinskoizolacijskih materijala za ostvarivanje jednake U-vrijednosti

Unutarnja izolacija korištenjem vakuumizolacijskih ploča



1. Metalna potkonstrukcija
2. Vakumizolacijske ploče (VIP)
Sloj zraka
3. OSB ploče
4. Gipskartonske ploče
5. Unutarnja obloga

Brtvljenje VIP ploča i provođenje električnih instalacija u zračnom sloju bez probijanja VIP ploča

DODATNE MOGUĆNOSTI

- Sustav ojačanja s toplinskom žbukom/mortom.
- Mort je:
 - razreda M10,
 - savojna vlačna čvrstoća 2,3 MPa,
 - $\lambda = 0,065 \text{ W/mK}$.
- **u kombinaciji sa staklenom mrežom za ojačanje od 330 g/m² i pripadnim elementima za sidrenje u zid.**



UNUTARNJA IZOLACIJA

- U mnogim povijesnim zgradama nije moguća primjena vanjske izolacije.
 - mora uzeti u obzir mogućnost izvedbe unutarnje izolacije: uvijek je bolja unutarnja izolacija od situacije BEZ izolacije
 - Unutarnja izolacija ima određene nedostatke u odnosu na vanjsku izolaciju
 - Veći rizik od problema povezanih s vlagom
 - Manje uštede energije zbog
 - Manje debljine
 - Gubitaka preko toplinskih mostova
 - Gubitak korisne površine prostora



Photo © Passive House Institute



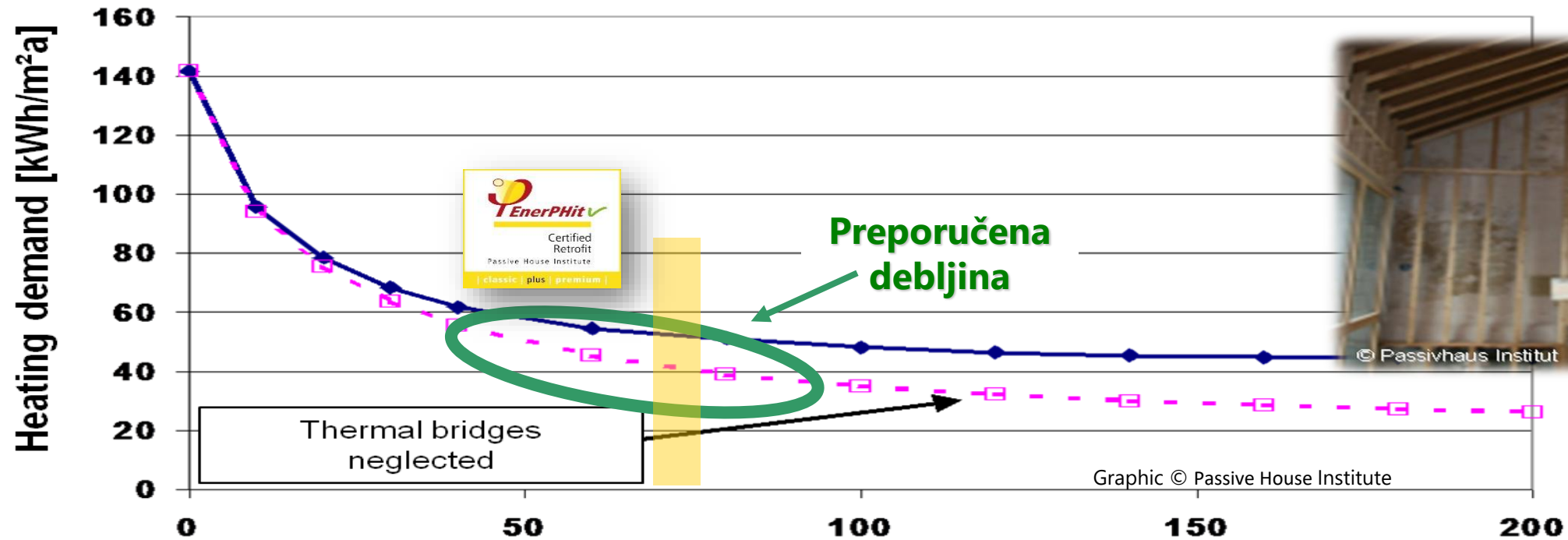
Photo © Passive House Institute



Photo © Passive House Institute

DEBLJINA UNUTARNJE IZOLACIJE

- Utjecaj debljine izolacije i toplinskih mostova na potrebnu energiju za grijanje



© Passivhaus Institut

Debljina izolacije u slučaju materijala s $\lambda = 0.035 \text{ W/(mK)}$ [mm]

- Učinak unutarnje izolacije je ograničen zbog utjecaja toplinskih mostova
- Kompromis: Debljina izolacije od cca 40... 100 mm
- Veće debljine izolacije imaju smisla ako su toplinski mostovi smanjeni

IZVOĐENJE SUSTAVA TOPLINSKE IZOLACIJE S UNUTARNJE STRANE

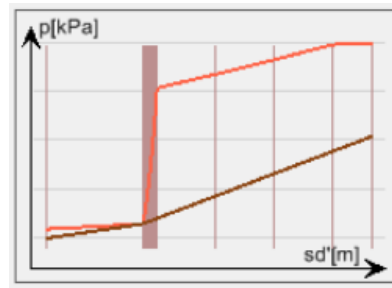
1. Uklanjanje prozora
2. Uklanjanje radijatora
3. Zapunjavanje niše radijatora ako je moguće i potrebno
4. Uklanjanje tapeta
5. Uklanjanje žbuke ako je u lošem stanju
6. Uklanjanje postojeće boje u slučaju da se radi o uljanoj boji (paronepropusnoj boji)
7. Uklanjanje gipsanih obloga
8. Pобољшanje svojstava podloge (adhezije na podlogu) – primer premazi
9. Produženje instalacija (električnih, vodovodne, kanalizacijske)
10. Izoliranje cijevi razvoda grijanja ako nisu izolirane ili se ne mijenjaju prilikom obnove zgrade
11. Riješiti detalje spojeva vanjskog zida i stropa (posebno ako se radi o proboju drvenih grednika ili čeličnih greda)
12. Riješiti detalje sudara unutarnjih i vanjskih zidova, odnosno sudara dvaju vanjskih zidova



HIGROTERMALNO PONAŠANJE

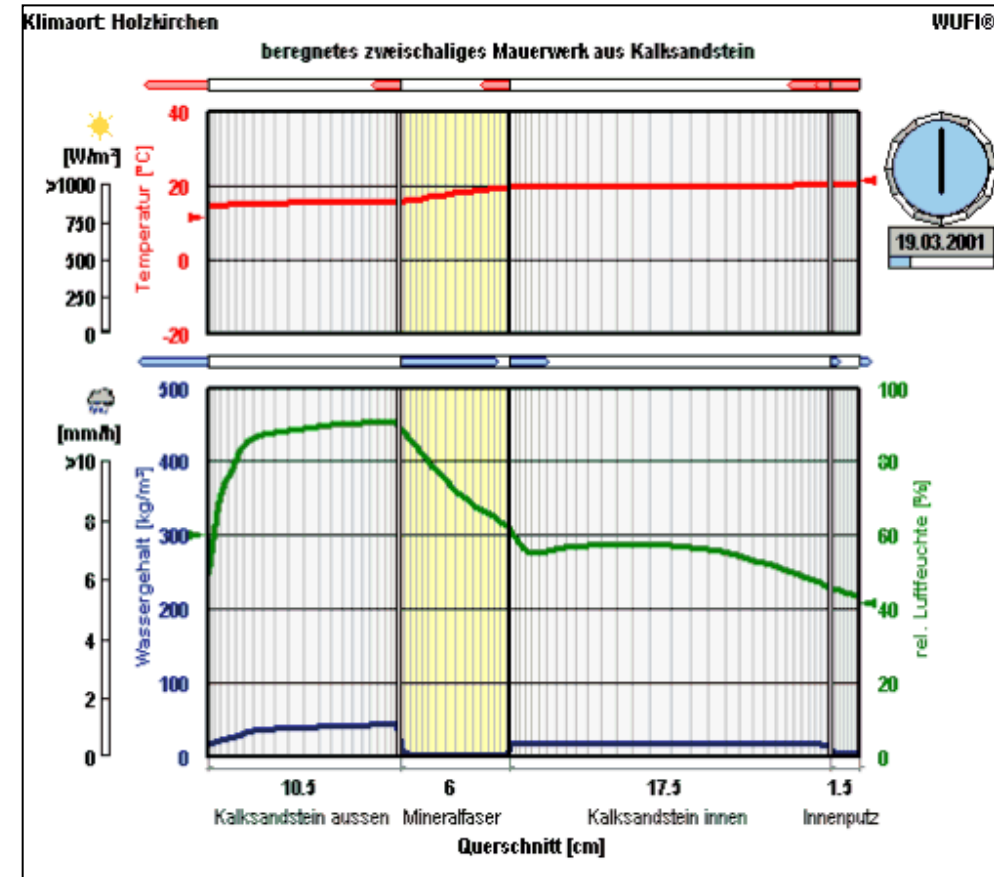
Kako ga predvidjeti?

1. **Tradicionalne** metode proračuna – Glaser
(stacionarne metode proračuna)
2. **Dinamičke** metode proračuna – HAM modeli
(nestacionarne metode proračuna)

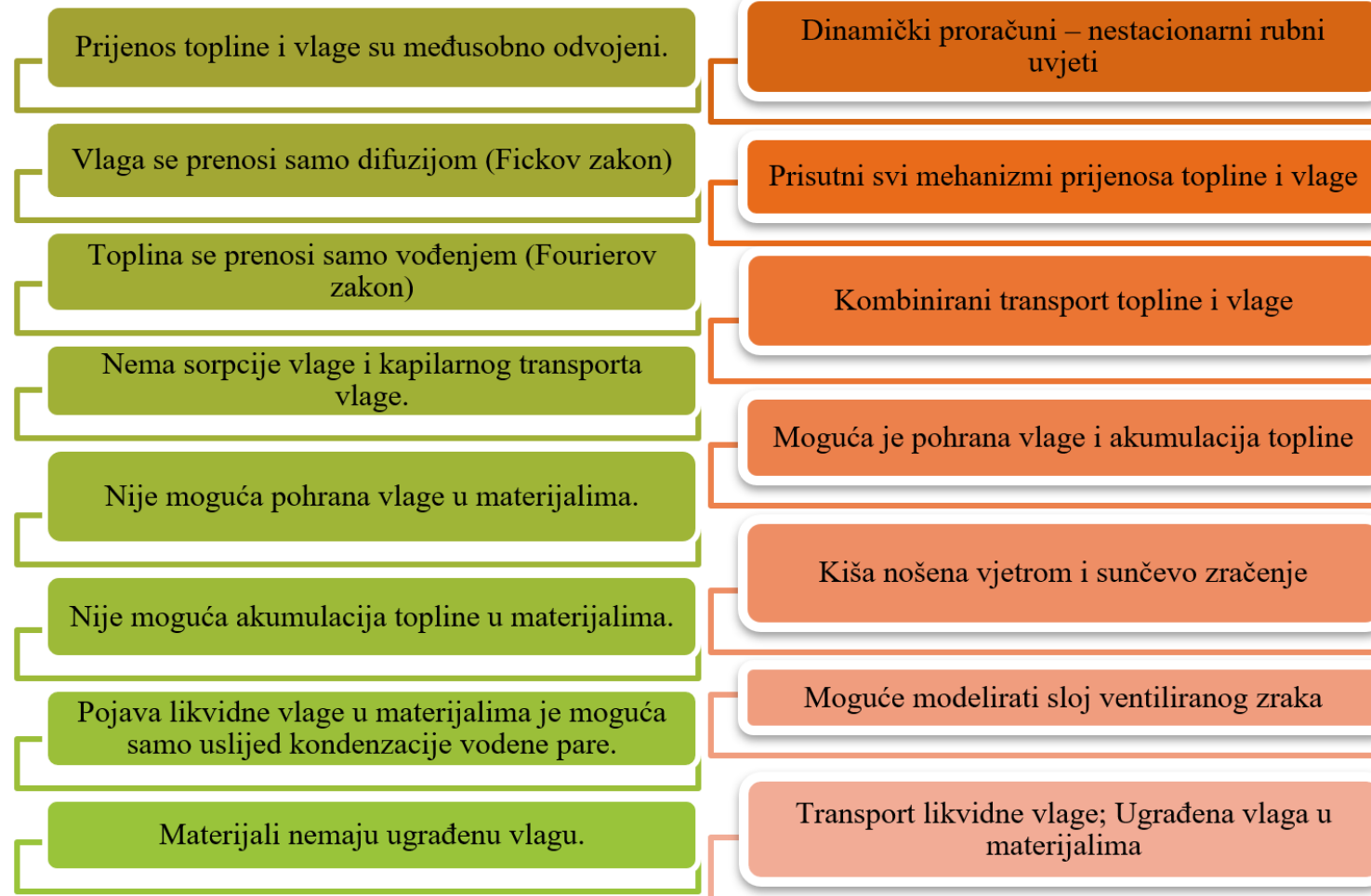


Posebno je važno predvidjeti higrotermalno ponašanje:

- novih sustava ovojnica koje se razvijaju
- ovojnica koje se obnavljaju (energetska obnova, sanacije...) -mijenja se postojeće higrotermalno ponašanje
- novih materijala → mijenjaju se tradicionalni materijali

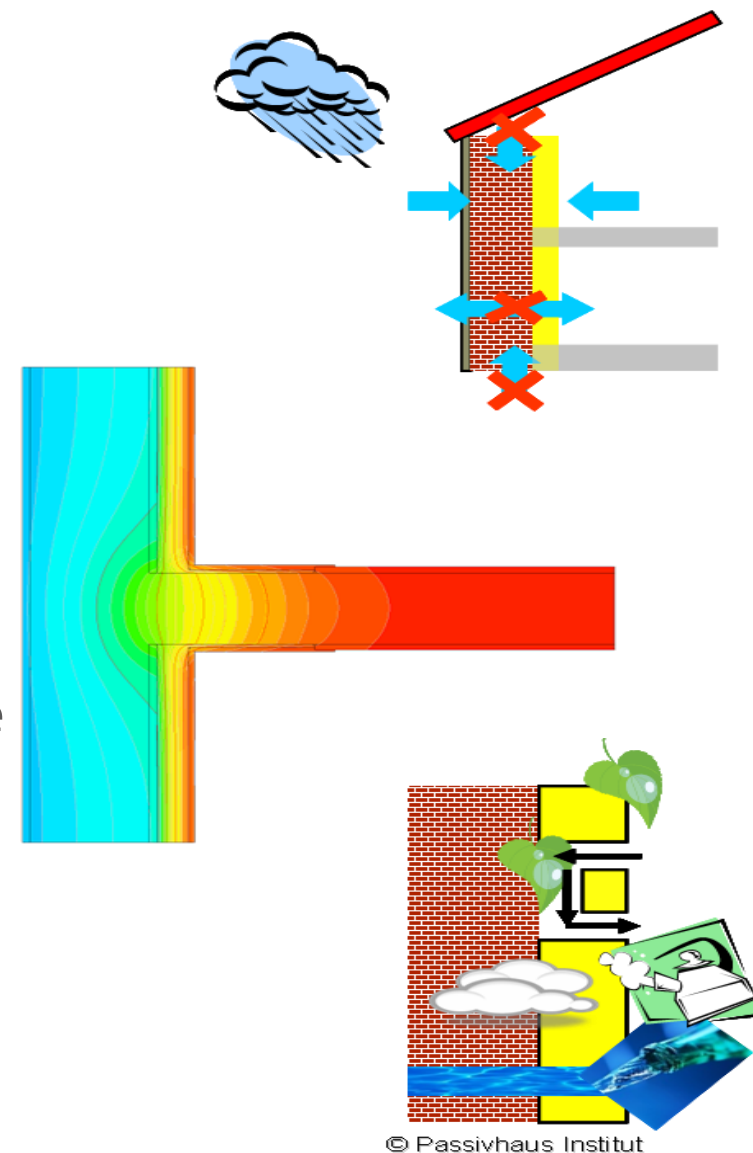


Ograničenja Glaserove metode (lijevo) i prednosti HAM proračuna (desno) higrotermalnog ponašanja građevnih dijelova zgrade



UNUTARNJA IZOLACIJA: ZAKLJUČCI

- Stoga, unutarnja izolacija funkcionira ako:
 - je eliminirana kapilarna vlaga
 - Su eliminirani učinci kiše nošene vjetrom
 - detalji su dobro riješeni (bez toplinskih mostova)
 - osigurana je zrakonepropusnost
 - bez strujanja zraka iza izolacije
- koncepti paropropusne ovojnice i paronepropusne ovojnice se mogu koristiti, ali ih je potrebno adekvatno primjenjivati
- niska vlažnost zraka u zatvorenom prostoru osigurana je adekvatnom ventilacijom (tj. ventilacijskim sustavom uz povrat topline)



© Passivhaus Institut

- Zahtjeve često nije moguće postići sa starim prozorima
- Dodatno:
 - Transmisijski gubici topline
 - Ventilacijski gubici topline
 - Infiltracija zraka
 - Kondenzacija
- pa se dobrim smjerom smatra poboljšanje svojstava (zamjena) prozora



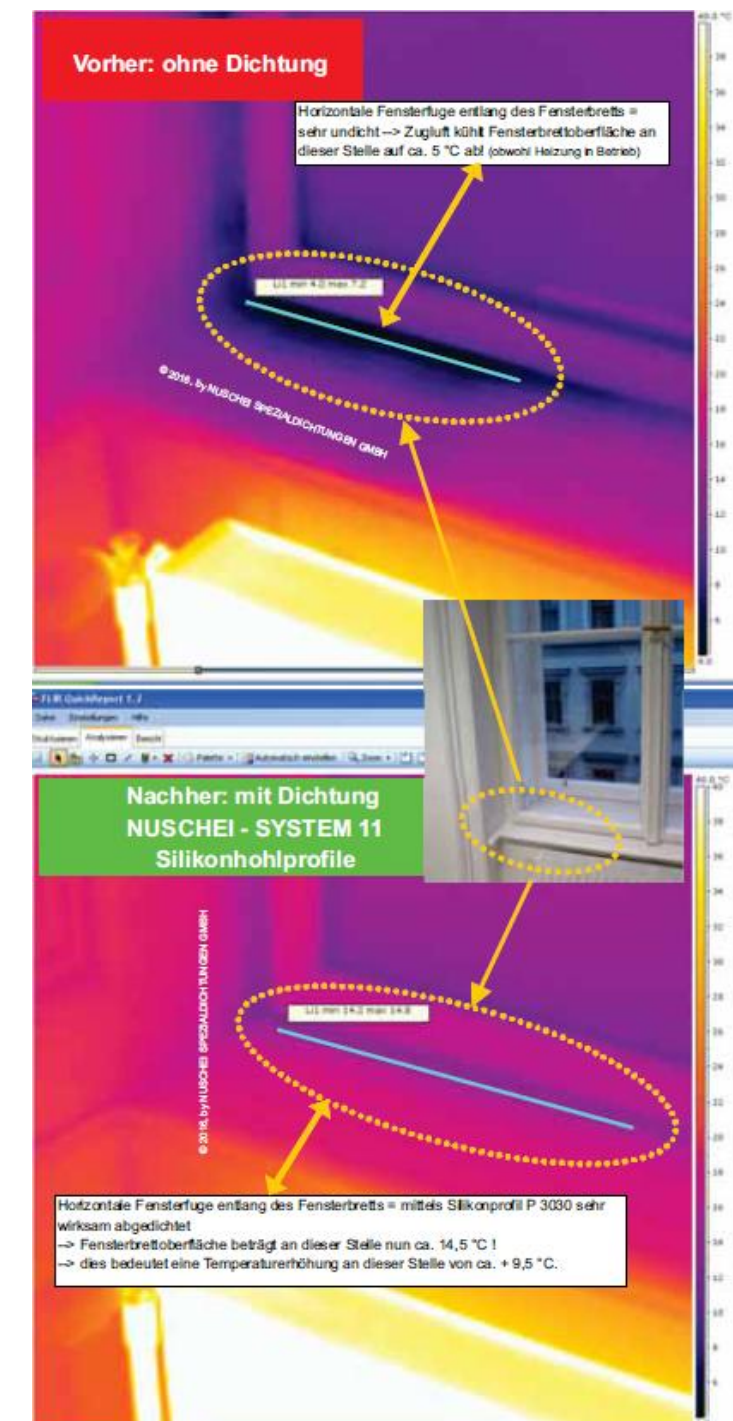
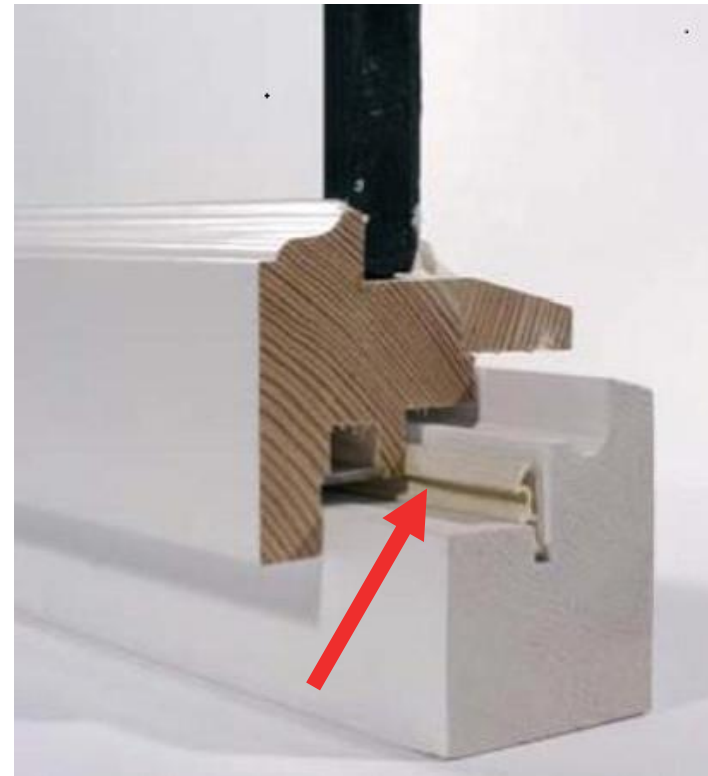
PROZORI

- Uobičajeno rješenje
 - Jednostruki prozor - zadržati izvorni prozor onakvim kakav jest i dodati dodatni - vrlo učinkovit - prozor s unutarnje strane.
 - Dvostruki prozor – zadržati izvorno vanjsko krilo, zamijeniti unutarnje krilo s vrlo učinkovitim staklom
- Eventualno – zamjena jednostrukog stakla s dvostrukim izo staklom
- Brtvljenje krila
- Saniranje krila
- Okviri drveni



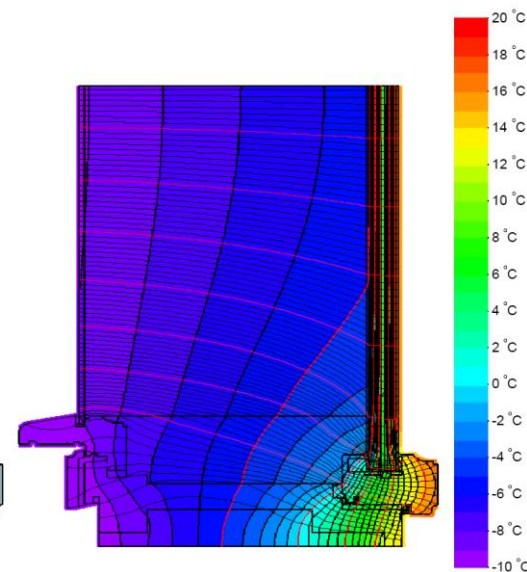
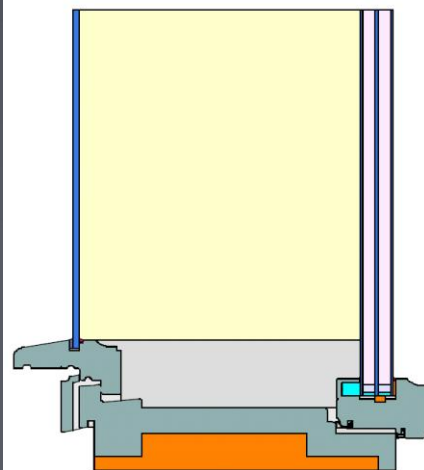
PROZORI

- Popravak i brtvljenje postojećih krila
 - Prioritetno je ponovno uspostavljanje izvornih svojstava i upotrebljivosti povijesnog prozora i to prvenstveno popravkom okvira, sustava utora i preklopa, cjelokupnog okova, dubinske i površinske zaštite drveta, premaza i boja, kao i eventualnih elemenata vanjske mehaničke zaštite prozora (kapci, grilje, rolete, nadstrešnice i sl.).



PROZORI

- Kod jednostrukih prozora, ugradnja dodatnog prozora / prozorske ravnine može predstavljati konzervatorski prihvatljivo i tehnički primjereno rješenje, ako je postojeći prozor pogodan za takvu vrstu dogradnje.
- Dogradnja se može izvršiti:
 - s vanjske strane u vidu postave vanjskog predprozora (tzv. zimski prozor ili storm window),
 - može se izvršiti dogradnja na dvostruki spojni ili kutijasti prozor ugradnjom unutarnjeg prozora / krila.
- Obnovljeno vanjsko krilo, novo unutarnje krilo - Drveni okvir





Izvor: Zlatan Šljivić

PROZORI

- zamjena povijesnog prozora i / ili postava novog
 - prozori su bitan arhitektonsko kompozicijski, oblikovni i funkcionalni element svake zgrade i mjerodavni za izgled i autentičnost arhitektonskog spomenika (zgrade - nepokretne kulturne baštine),
 - uklanjanje povijesnog prozora **zasigurno nije konzervatorski najpoželjnija opcija.**
- Zamjena prozora dolazi u obzir samo u slučaju
 - njihove izuzetne trošnosti i
 - trajnog, nepopravljivog oštećenja prozorskih elemenata ili
 - već ranije izvršenih neprikladnih promjena, preinaka i popravaka.

Ugradnja je ključna!

Prozori vrlo dobrih svojstava mogu biti dobri samo ukoliko su ispravno ugrađeni



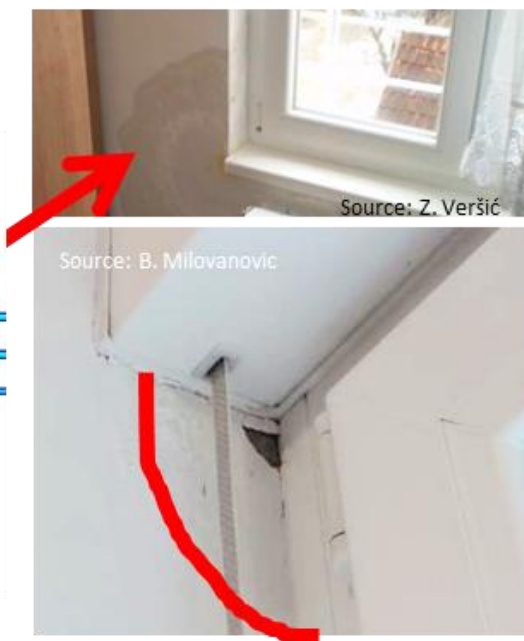
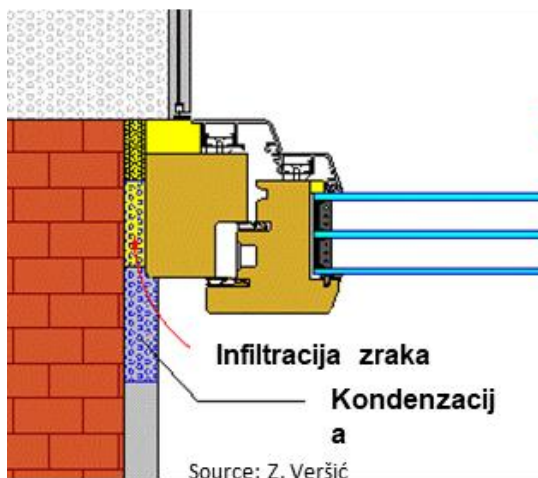
- Ugradnja prozora mora riješiti nekoliko ključnih problema:
 - Nosivost,
 - Vodonepropusnost,
 - Zrakonepropusnost,
 - Kontroliranje prolaska vodene pare,
 - Minimizirati utjecaj toplinskih mostova.





POS LJEDICE

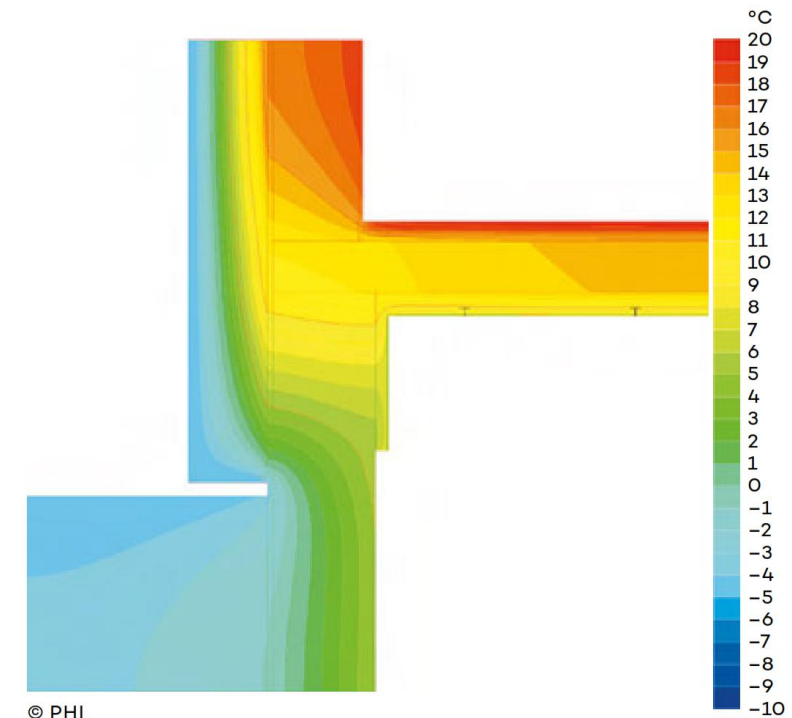
- Loša ugradnja prozora i/ili kutije za rolete može rezultirati vlažnim zidovima i posljedično rastom gljivica i plijesni



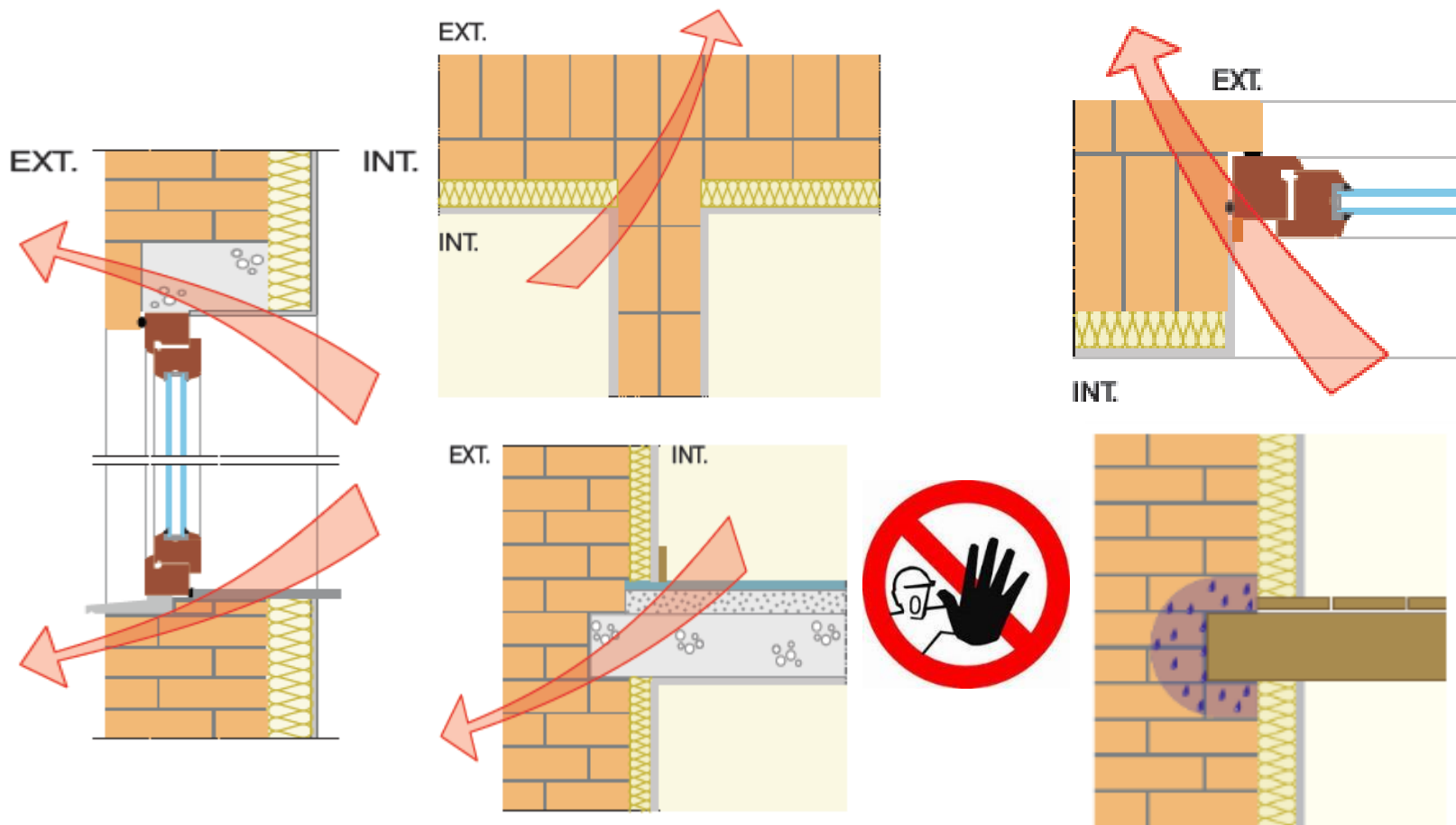
TOPLINSKI MOSTOVI

- U novim zgradama treba izbjegavati i može se izbjegavati toplinske mostove
- Kada se stare zgrade obnove i izoliraju, obično ostaje niz toplinskih mostova koje nije moguće izbjeći.
- Pri projektiranju obnove, TM trebaju biti temeljito istraženi.
- Osim velikih gubitaka topline, **TM mogu uzrokovati i vrlo niske temperature unutarnje površine**, što može dovesti do kondenzacije i rasta plijesni.
- Toplinske mostove je potrebno minimizirati
 - Većina problema s TM može se riješiti dodavanjem vanjske izolacije.

Thermal-bridge effects have been mitigated by flanking insulation, resulting in even interior surface temperatures with no risk of condensation and mould growth.

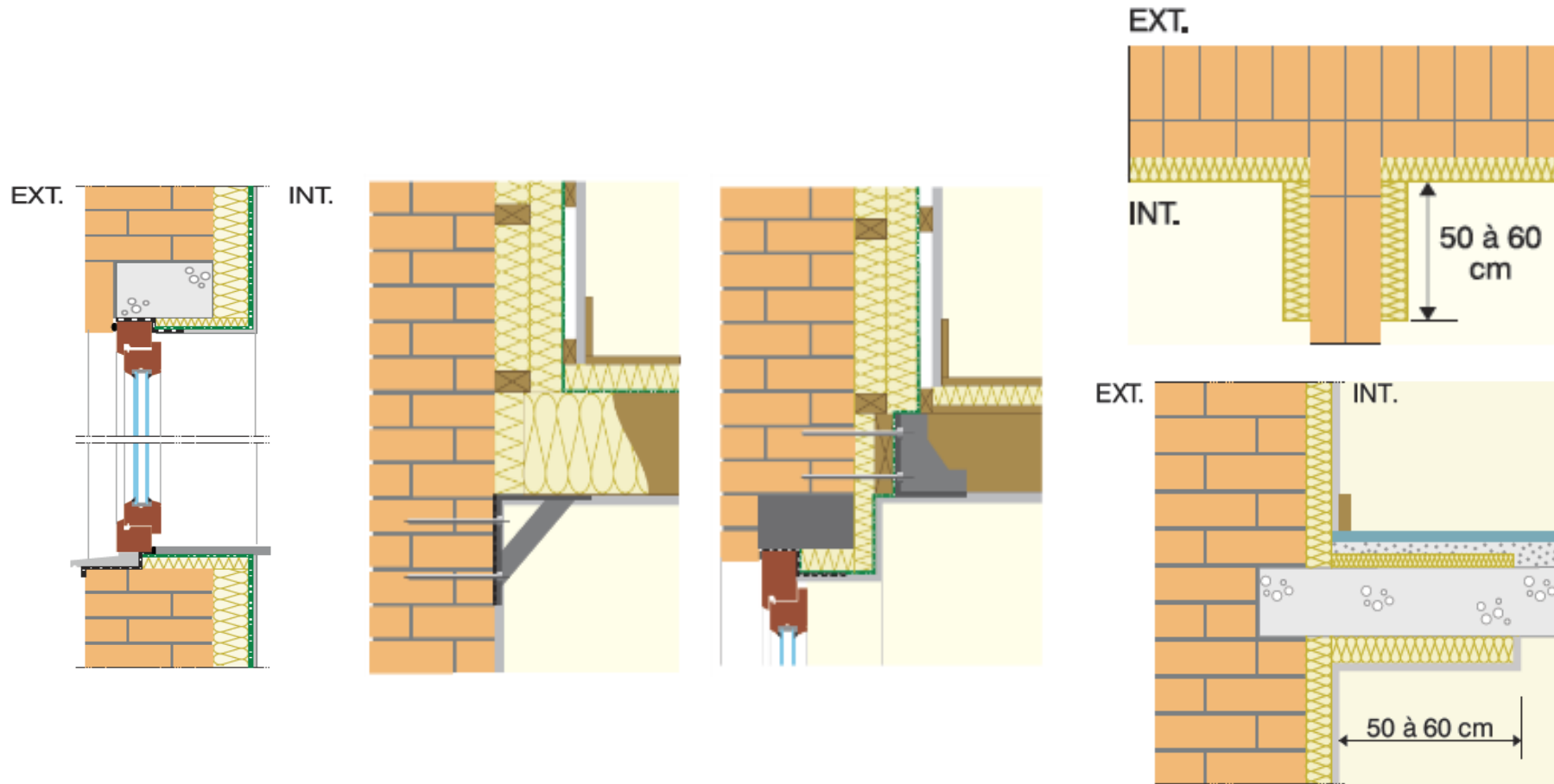


IZVOĐENJE UNUTARNJE IZOLACIJE



Loše izvođenje izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova

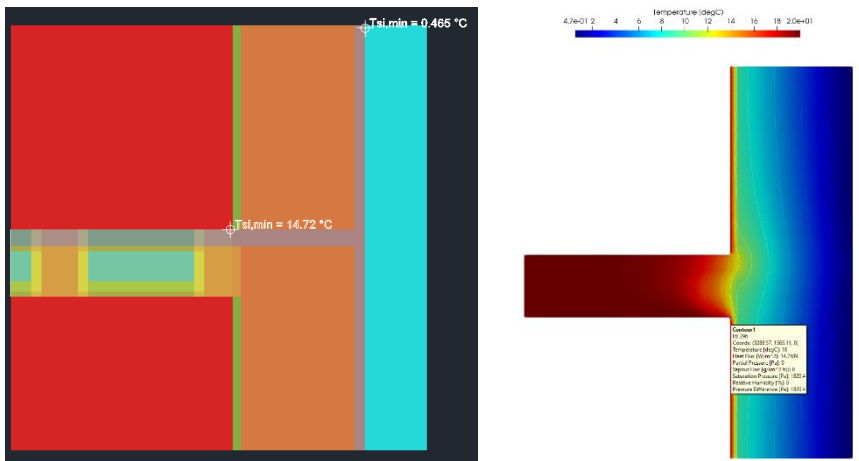
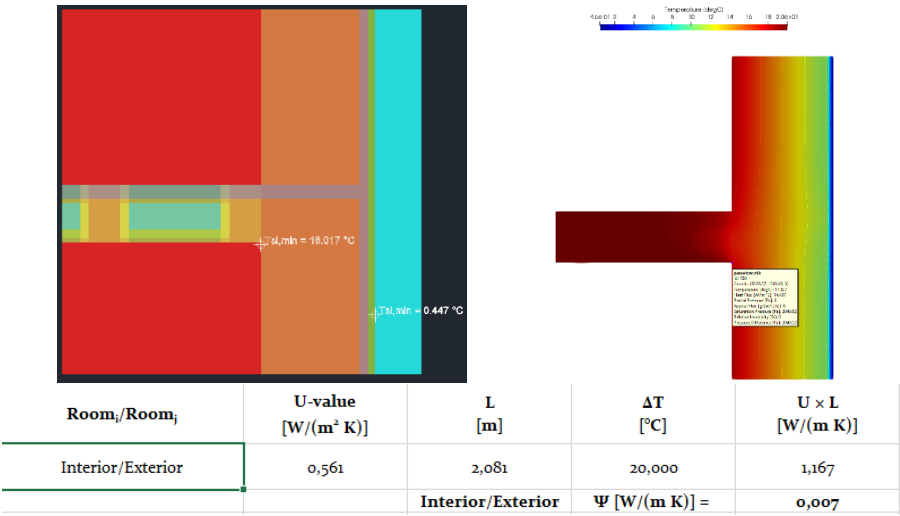
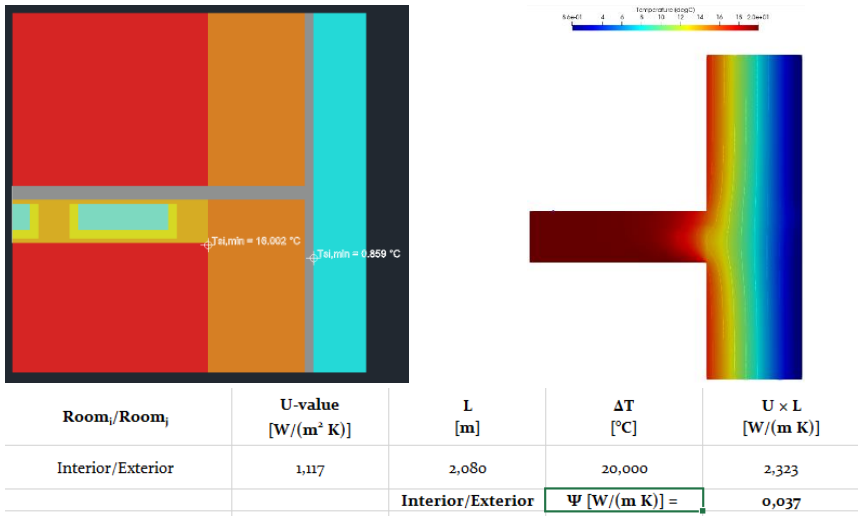
IZVOĐENJE UNUTARNJE IZOLACIJE



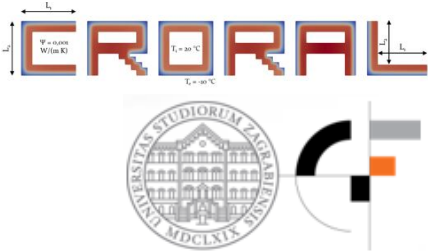
Dobro izvođenje izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova

TOPLINSKI MOSTOVI – NUM. PRORAČUN

- Croral <https://www.croral.org/>

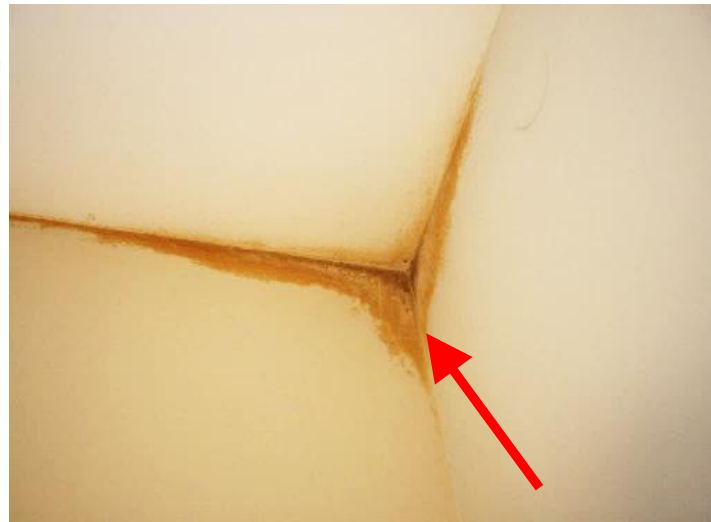


ψ	ΔHT=ψ×L [W/K]	
0,037	19,61	100%
0,007	3,71	-81%
0,189	100,17	410%
Room _i /Room _e		L [m]
Interior/Exterior		2,081
		Interior/Exterior



RAZLOZI GRAĐEVNIH ŠTETA USLIJED OROŠAVANJA NA TM KOD ZGRADA SUVREMENE IZVEDBE

- Zgrade bez primjene TI, - nepovoljni **utjecaji TM nisu jako izraženi**
 - niža RH zraka u prostoriji (**veći n_{50}**)
 - plošna temperatura je približno jednaka u cijeloj prostoriji,
 - pa se kondenzat pravilno raspoređivao, upijao u podlogu i isušivao bez posebno štetnih posljedica.
- Zgrade s jakom, kontinuiranom TI - **utjecaj TM je jače izražen**
 - Viša RH zraka u prostoriji (**ako nema mehaničke ventilacije; manji n_{50}**)
 - jer je veći dio unutarnje površine zagrijan na temperature više od rosišta,
 - osim u lokalnim (i malim) područjima TM gdje se ukupna količina vodene pare iz prostorije kondenzira.



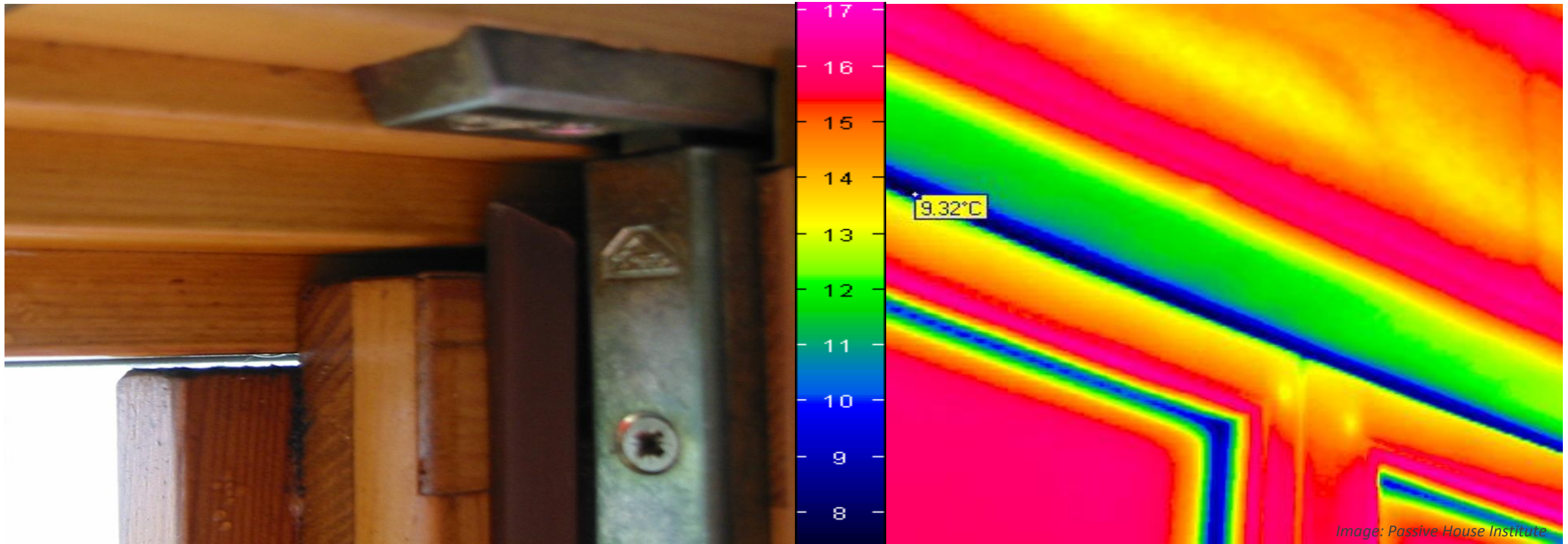
Što nam se
dogđa?



ZRAKOPROPUSNOST

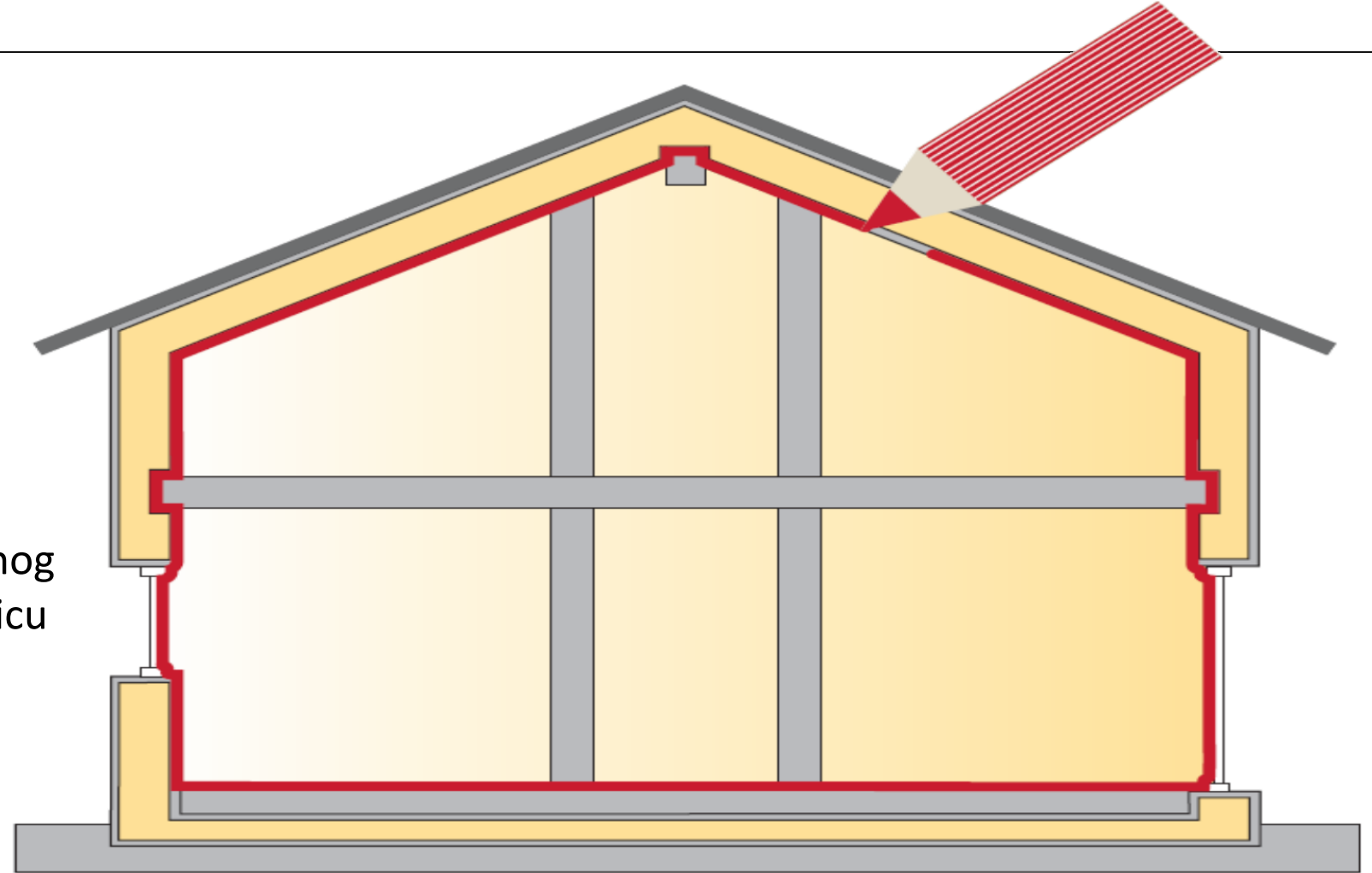
- Tijekom energetske obnove starih zgrada, **preporuča se poboljšati i zrakonepropusnost.**
- Bolja razina zrakonepropusnosti uvijek ide ruku pod ruku s načinom **ventilacije prostora - po mogućnosti ugradnjom ventilacijskog sustava s mehaničkim povratom topline.**
- Ako se to zanemari, smanjuje se kvaliteta zraka u prostoru.
- ako se vlaga koju stvaraju stanari ne izventilira, može doći do vrlo visoke RH zraka,
 - povećan rizik od rasta plijesni na toplinskim mostovima.
 - Pri RH zraka od 60%, rast plijesni može se dogoditi na površinskim temperaturama ne višim od 15,5 ° C.
 - Takve se površinske temperature često javljaju u starim zgradama s malo ili nimalo izolacije.

ZRAKONEPROPUSNOST - PRONALAZENJE MJESTA PROPUŠTANJA



ZRAKONEPROPUSNOST - PROJEKTIRATI JEDINSTVENI ZRAKONEPROPUSNI SLOJ

Neprekinuta linija zrakonepropusnog
sloja koja obuhvaća vanjsku ovojnicu
zgrade



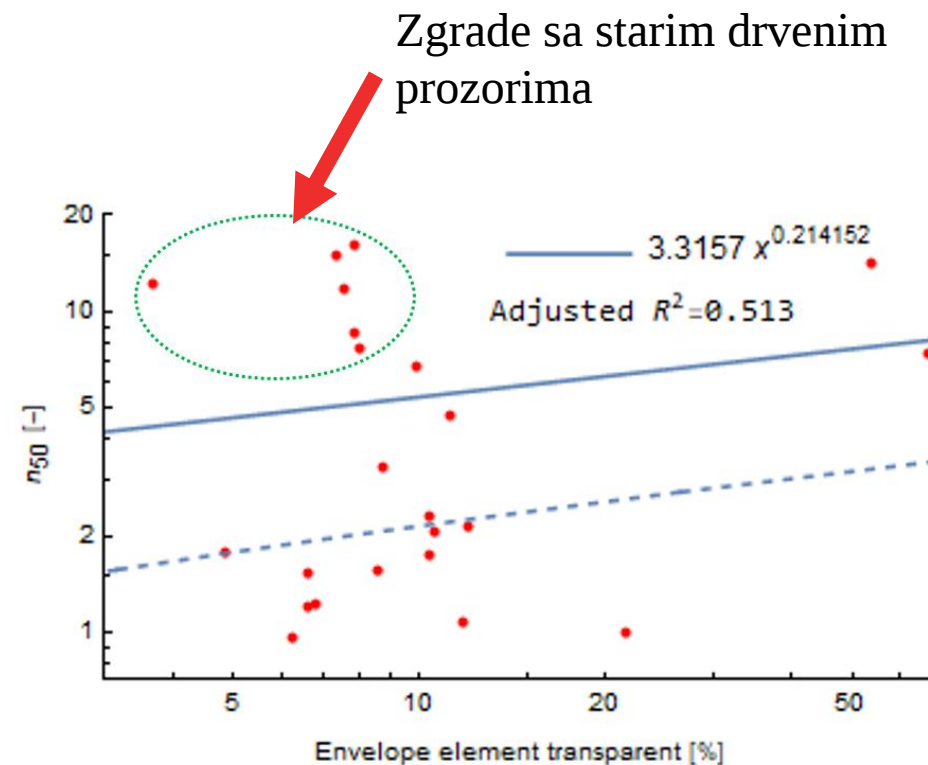
OSTVARITI ZRAKONEPROPUSNU VANJSKU OVOJNICU ZGRADE

- Razlikovati zrakonepropusnost od paronepropusnosti
 - dobro izvedena paronepropusna ovojnica je istovremeno i zrakonepropusna, ali obrnuto ne vrijedi nužno
 - primjer žbuke je takav da ona može biti zrakonepropusna, ali obično nije paronepropusna.
- postavite cilj za n_{50} - na temelju energetskega modela, te realnog sagledavanja mogućnosti ostvarenja prilikom gradnje
 - (korišteni proizvodi, kompetencije izvođača i podizvođača, troškovi),
- Ispitati pomoću tzv. **Blower door** testa.



ZRAKOPROPUSNOST

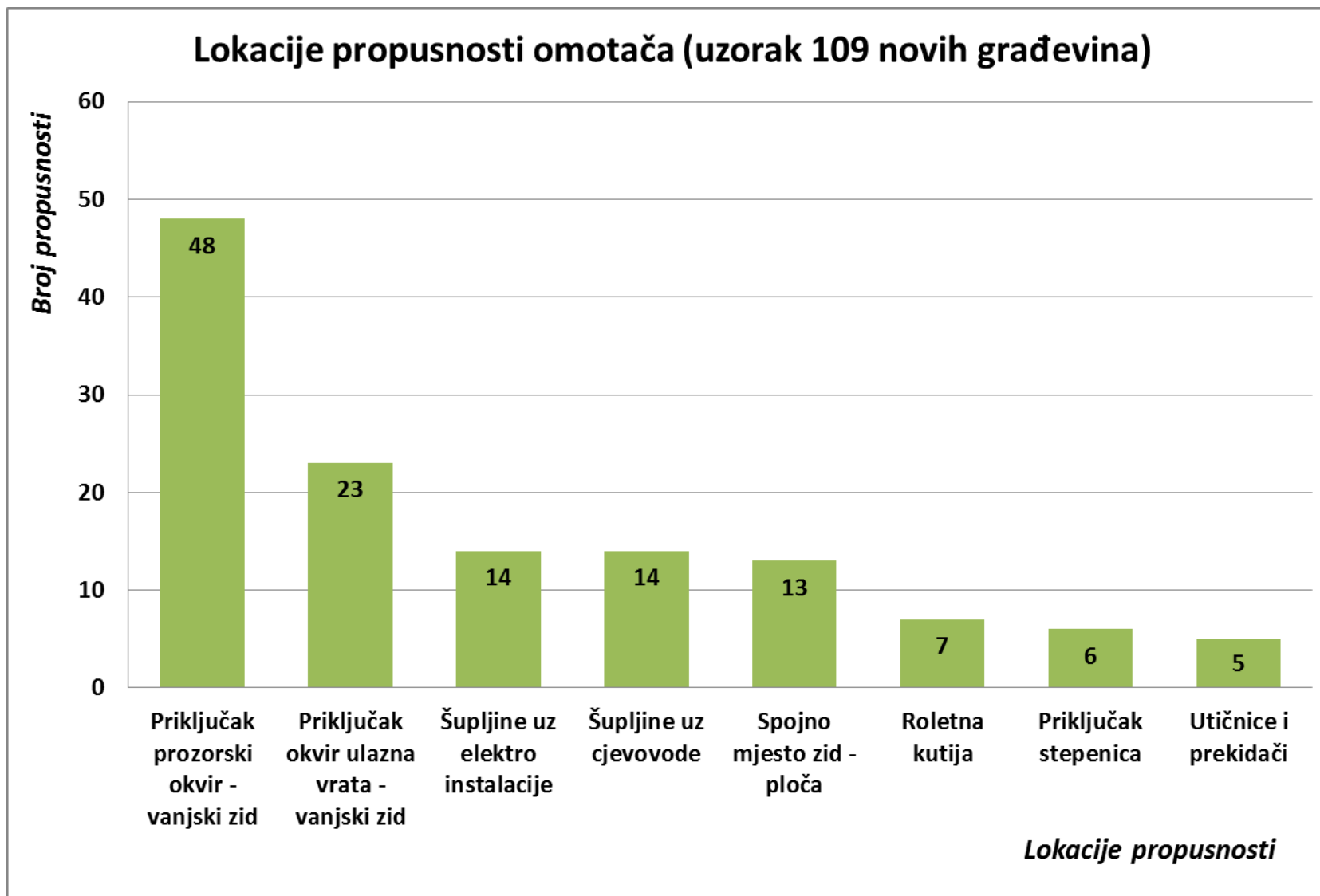
- Primjer analize rezultata ispitivanja n_{50} na zgradama u Hrvatskoj
- **Zrakopropusnost u zgradama sa starim prozorima vrlo visoka**



- Ventilacijski gubici infiltracijom česti su u starim zgradama s visokom zrakopropusnosti.
- Gubici topline zbog infiltracije mogu se kretati od 20 do 50 kWh/m²a u starim zgradama.
 - [Izvor: Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings – A handbook; Edited by Alexandra Troi, Eurac research, and Zeno Bastian, Passive House Institute; Birkhäuser, Basel, 2015]

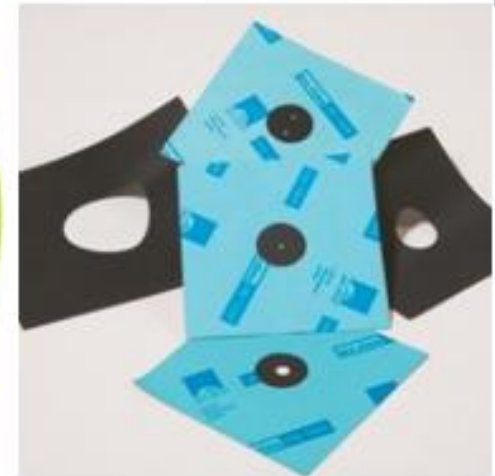


UOBIČAJENE LOKACIJE PROPUŠTANJA



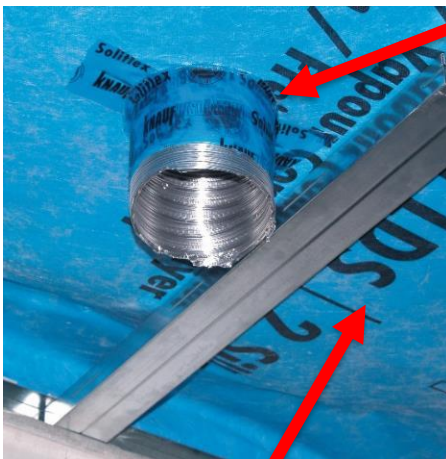
Izvor:
H. Böhmer, T. Brinkmann-Wicke, et al.
Luftdichtheitsmessung in der Praxis: Für Neubauten und energetische
Gebäudemodernisierungen
von Hannover Institut für Bauforschung e.V. (Herausgeber),

PROIZVODI KOJIMA JE MOGUĆE OSTVARITI ZRAKONEPROPUSNOST VANJSKE OVOJNICE ZGRADE



ZRAKOPROPUSNOST - BRTVLJENJA

Brtviti proboje, spojeve i preklope



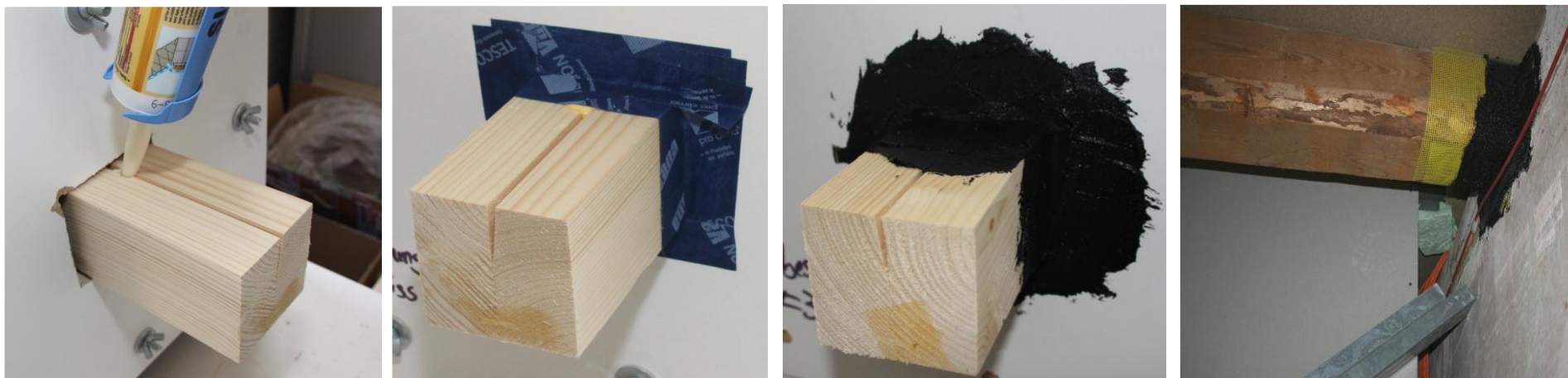
Parnu branu treba okrenuti na pravu stranu

To **nisu obične** ljepljive trake i kitovi !!!



ZRAKONEPROPUSNOST

Primjeri brtvljenja pukotine drvene grede prije nanošenja trake za brtvljenje



PRIMJERI NEZABRTVLJENIH PROBOJA GREDA DRVENIH STROPOVA PRILIKOM ENERGETSKE OBNOVE ZGRADE



„Obične“ folije, ljepljive trake i kitovi - **uzrokuju** **ŠTETE !!!**





ŠTETA!

Nepravilna izvedba paro- i zrakonepropusne
krovne konstrukcije s donje strane



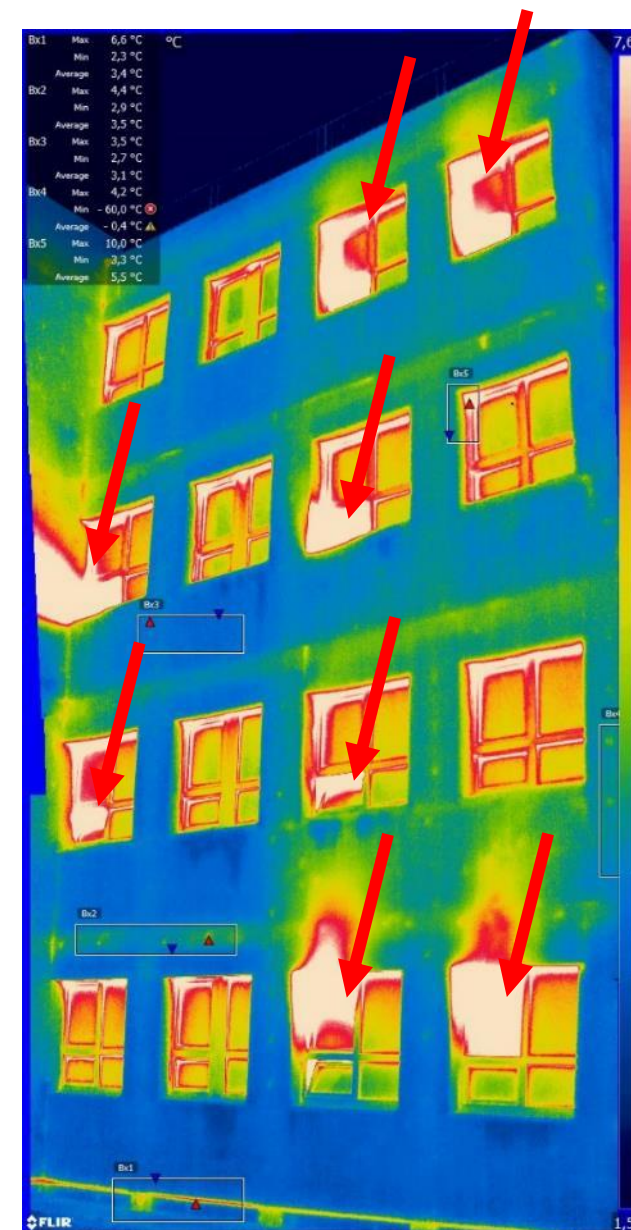
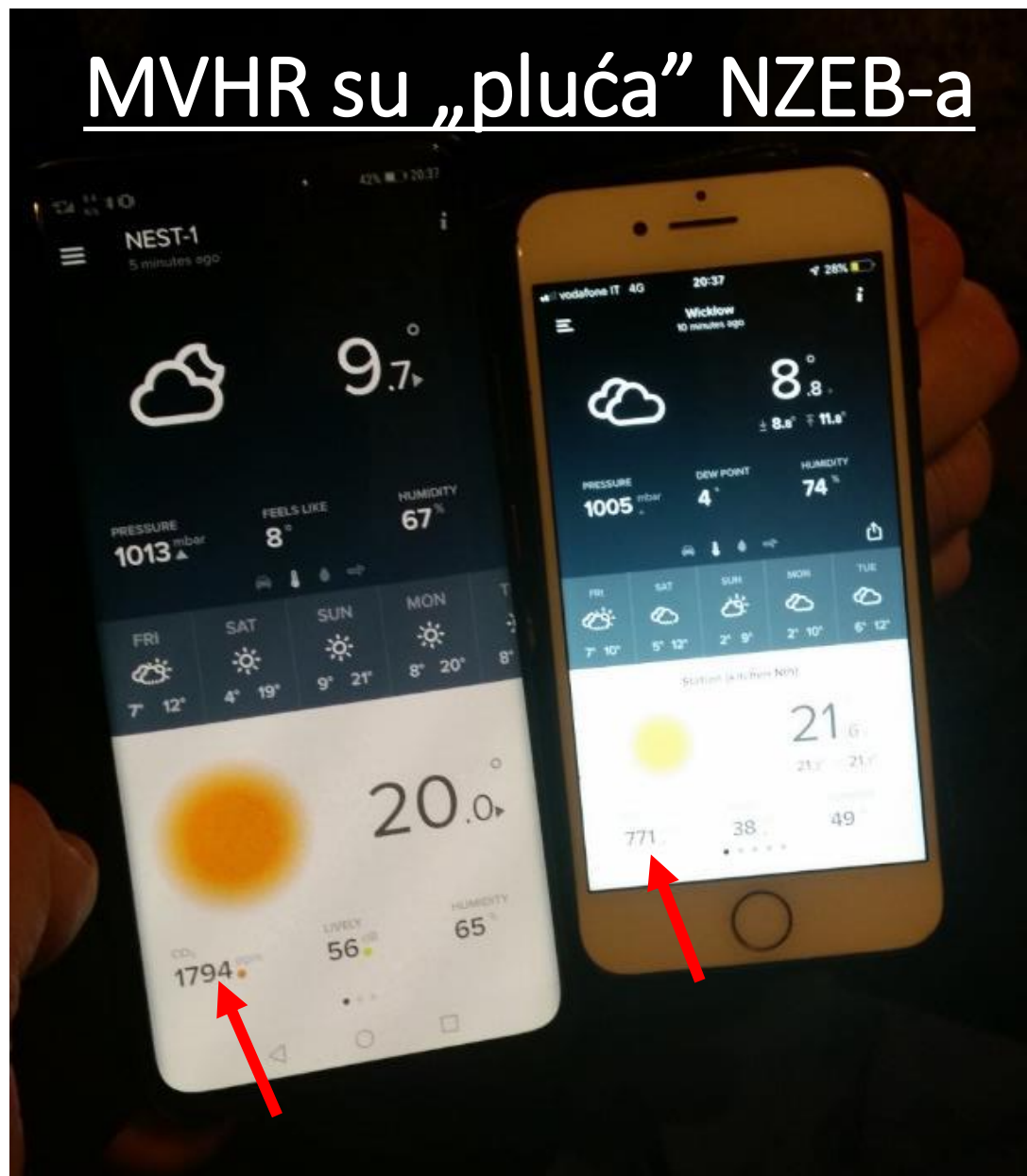
Razvoj gljivica nakon
skidanja sloja unutarnje TI



Kvaliteta zraka u prostoru?

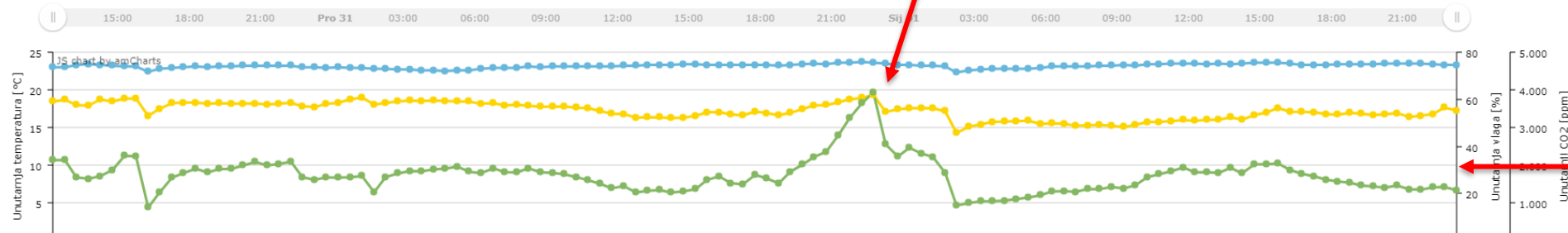


MVHR su „pluća” NZEB-a



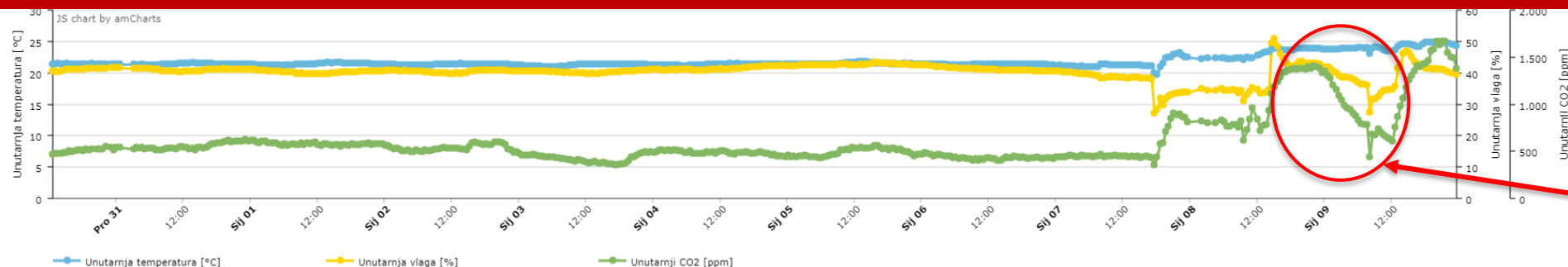
Ekstremna vrijednost CO₂ (4000 ppm)!!

- Stan D: povećan broj ljudi i/ili fizička aktivnost (proslava Nove Godine)



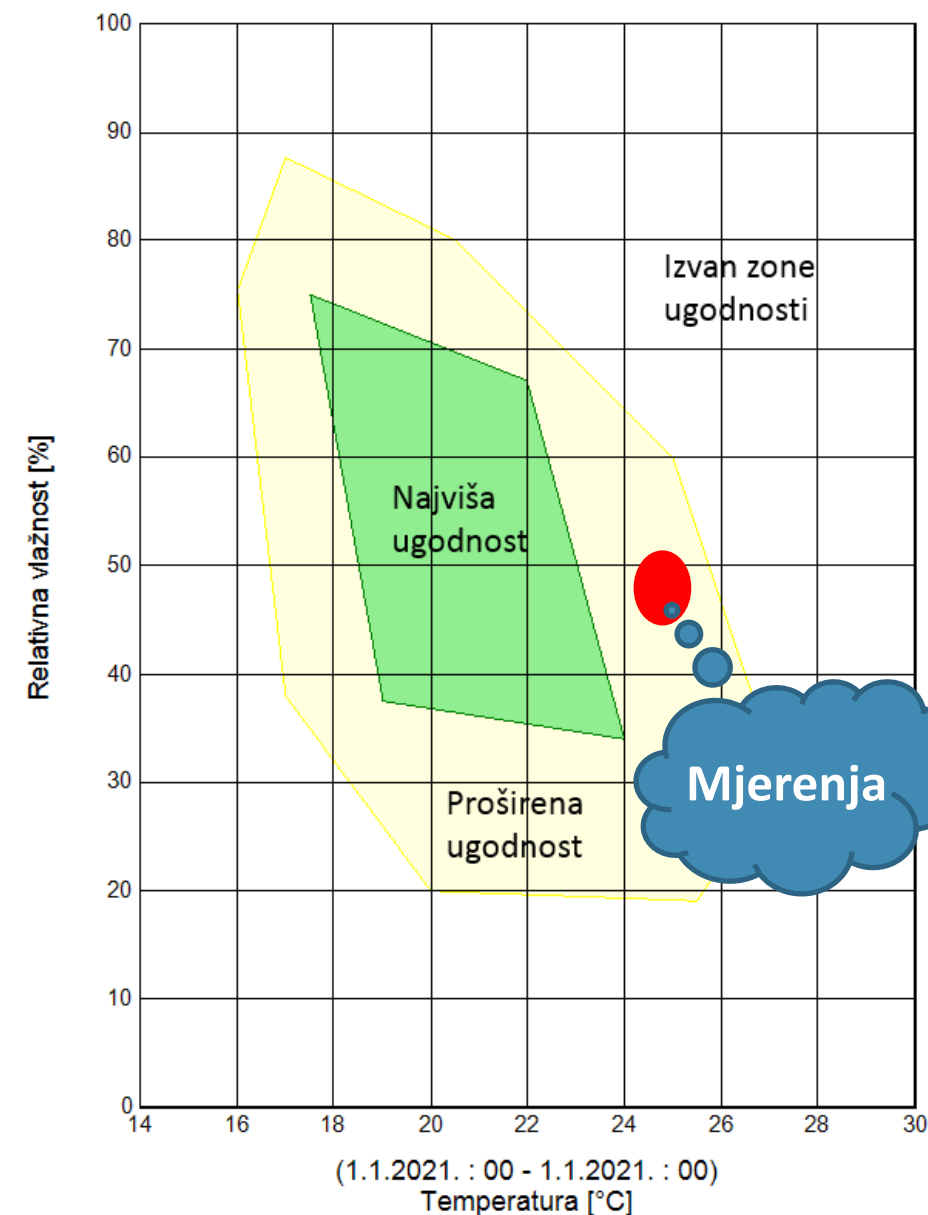
Povišene vrijednosti (do 2000 ppm)!!

Previsoke razine CO₂ u zraku
Loša ventilacija unutarnjeg zraka u prostoru -
neadekvatno prozračivanje



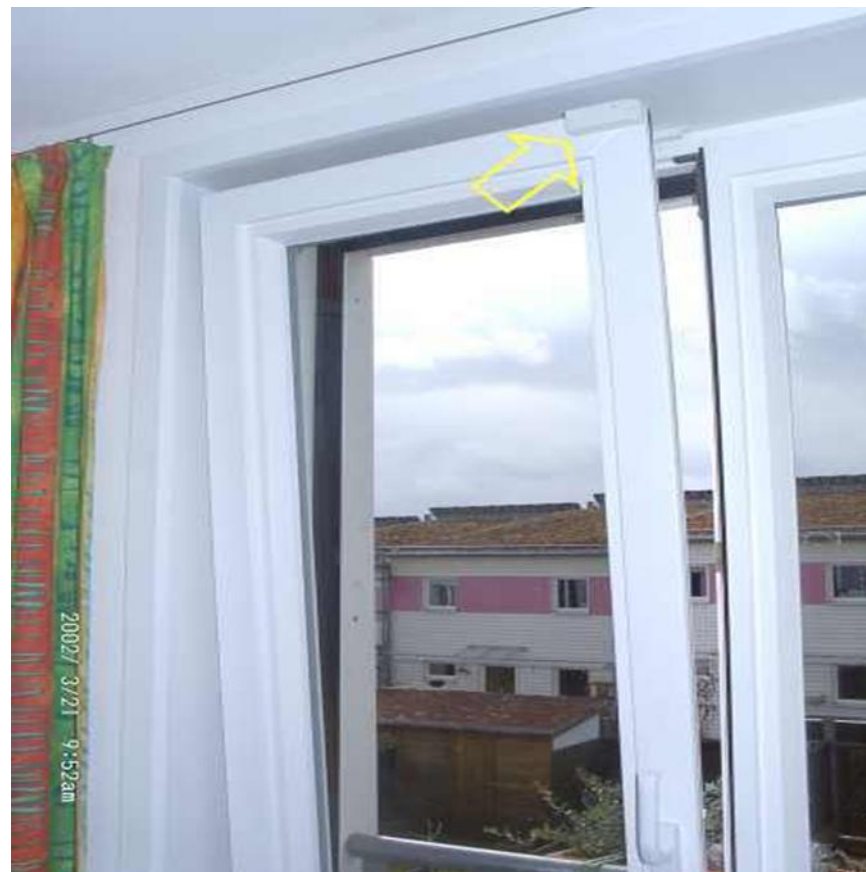
Smanjenje CO₂ i RH uslijed prozračivanja

- Uspoređujući rezultate mjerenja T i RH unutarnjeg zraka
 - vidljivo je da će uvjeti izmjereni u tri stana pripadati u zonu „proširene ugodnosti” dakle uvjete koji nisu sasvim optimalni



PRIRODNA VENTILACIJA?

- Zbog vrlo visoke razine CO₂ u zraku većina promatranih stanova zapravo spada u prostore **kategorije III i kategorije IV** odnosno u **prostore umjerene ili niske razine očekivanja**
- to svakako nisu uvjeti života koji stanari očekuju nakon financijskih ulaganja u energetske obnove svojih zgrada.



MEHANIČKA VENTILACIJA ZA POSTIZANJE UGODNOSTI



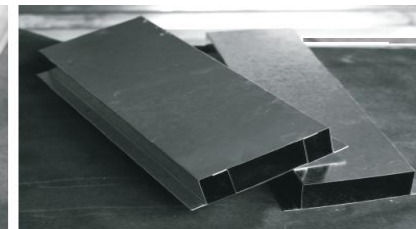
Naročito važno za stare zgrade

- Pouzdano uklanjanje vlage
 - u starim zgradama ima više toplinskih mostova.
- Zrakopropusnost je mnogo bolja nakon obnove.
 - Stanovnici nisu navikli na česta otvaranja prozora.
- Provjerite je li instaliran **učinkovit** sustav ventilacije



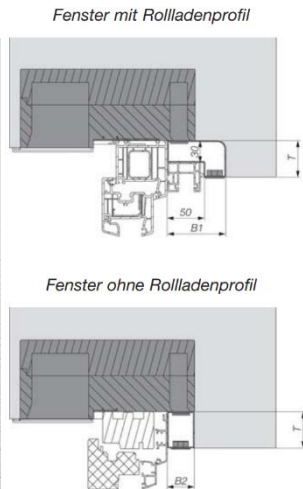
VENTILACIJA ZRAKA

- U slučaju stambenih zgrada, za odvlaživanje zraka potrebna je ventilacija zraka od najmanje 25 do 30 m³/h po osobi.
- Kritični dijelovi ovojnice zgrade u smislu problema s vlagom su preostali toplinski mostovi (nakon toplinskog poboljšanja prozora).
- Površinsku temperaturu tih područja treba držati iznad 12,6 °C (u slučaju RH 50%) ili 15,5 °C (u slučaju RH 60%).
- Budući da to uglavnom nije moguće ako se stari zid zadržao bez dodavanja izolacije, **potreban je sustav mehaničke ventilacije** kako bi se izbjegao ozbiljan rast plijesni.



MHVR

- Ventilacijski gubici topline se mogu dramatično smanjiti (čak i do 90%) ukoliko se ugradi MVHR sustav, a istovremeno se poboljša i IAQ (kvaliteta unutarnjeg zraka (T, RH, CO₂, VOC,...))
- Dostupni su posebni sustavi prilagođeni prostornim ograničenjima u starim zgradama.
- Relativno zrakonepropusna ovojnica je preduvjet!



Decentralizirani sustavi mehaničke ventilacije s povratom topline



PRIMJER

PRIMJER

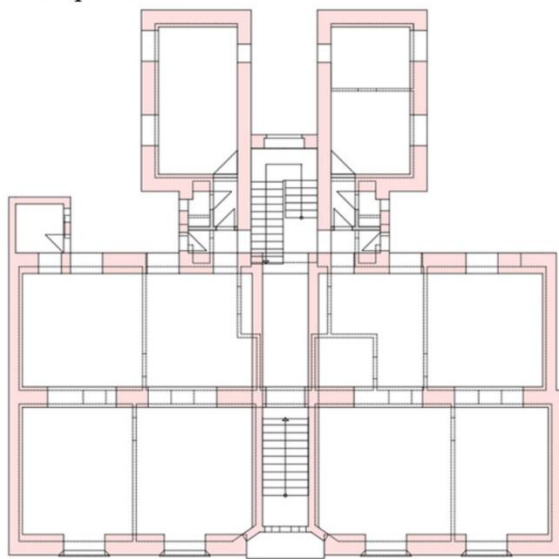
- tipična višestambena zgrada u Donjem gradu, Zagreb



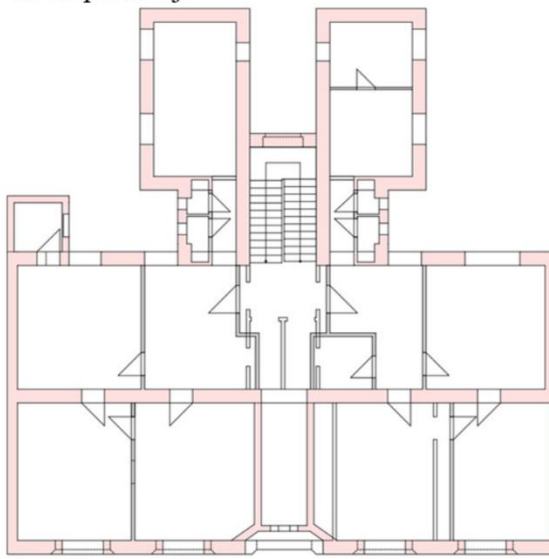
PRIMJER

- sagrađena 1920. godine i ima podrum, prizemlje, 3 kata i potkrovlje.
 - Tlocrtna površina kata od 407 m²
 - Ukupna bruto tlocrtna površina od oko 2440 m²
 - Ukupna visina zgrade je 22,70 m.

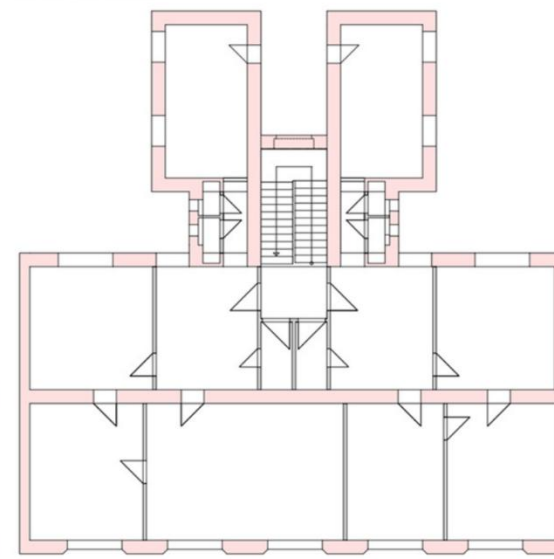
tlocrt podruma



tlocrt prizemlja



tlocrt 1. kata



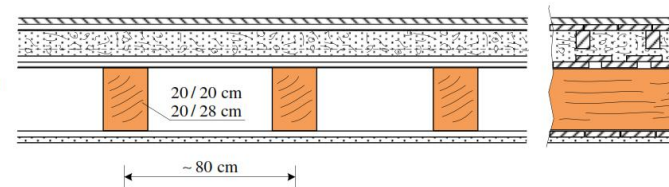
PRIMJER

- Vanjski i unutarnji nosivi zidovi su od pune opeke starog formata (290×140×65 mm) debljine 90, 60, 45, 30 i 15 cm.
- Stropna konstrukcija iznad uličnog dijela podruma je puna armiranobetonska ploča sa sustavom AB greda.
- Iznad prizemlja i katova se nalazi drveni grednik s daščanim podom te nasipom unutar stropne konstrukcije

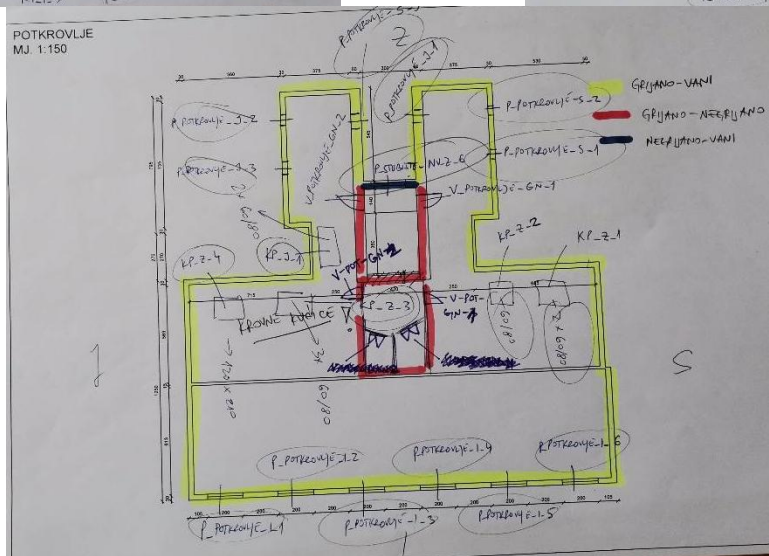
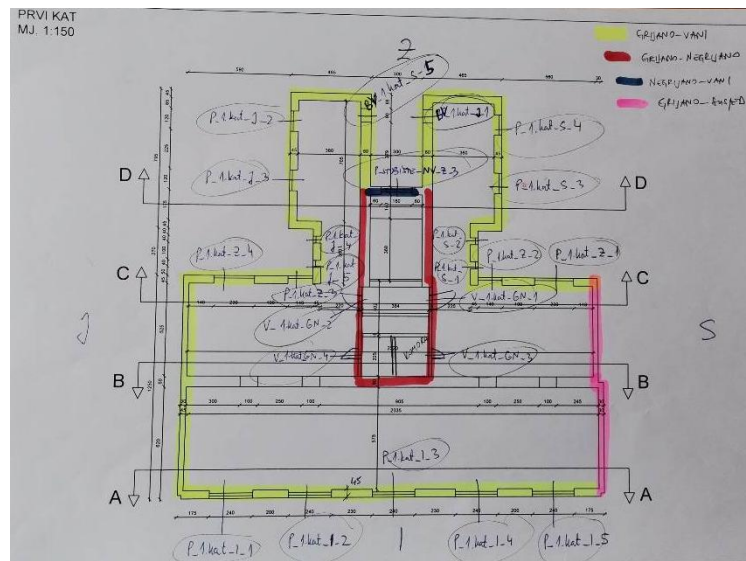
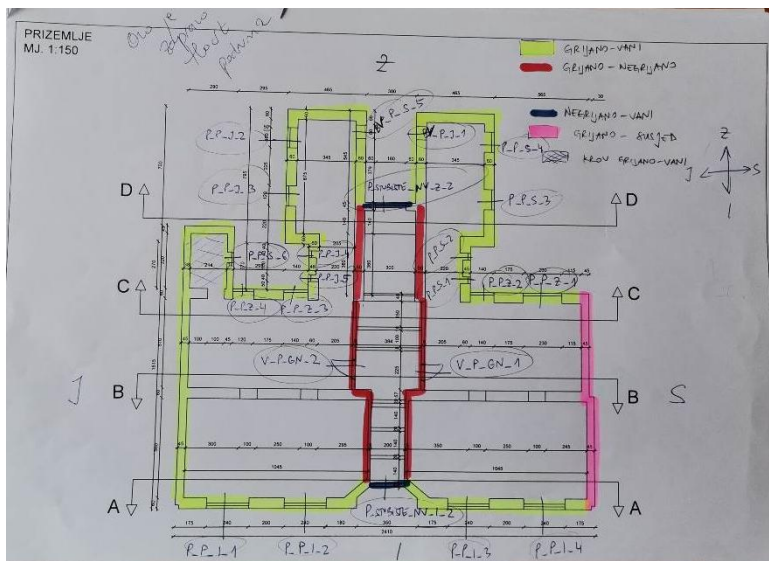


Slojevi međukatne konstrukcije:

- parket 20 mm
- daska 30 mm
- šuta, pijesak i blazinice 110 mm
- daska 2×24 mm
- greda 200 (280) mm
- daska 24 mm
- trstika i žbuka 30 mm



ANALIZIRANI GRAĐEVNI DIJELOVI - TLOCRT

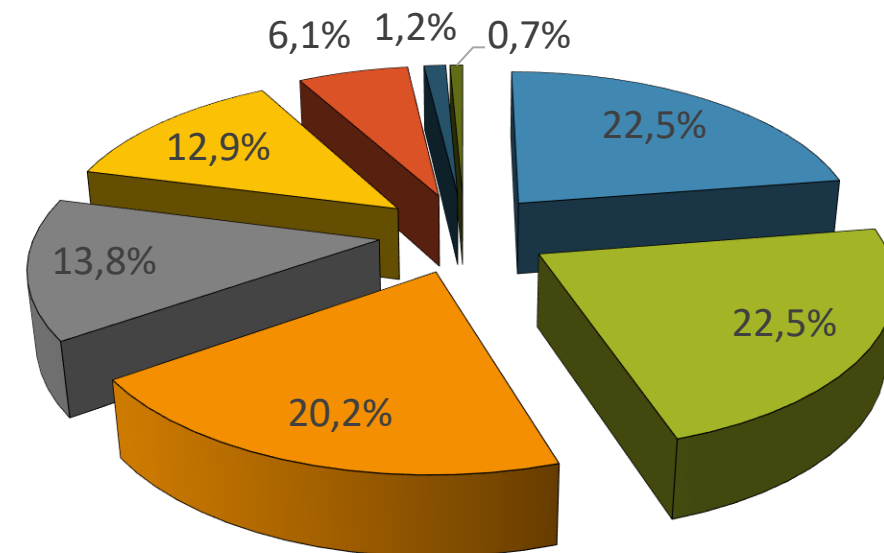


PRIMJER ANALIZE ZGRADE

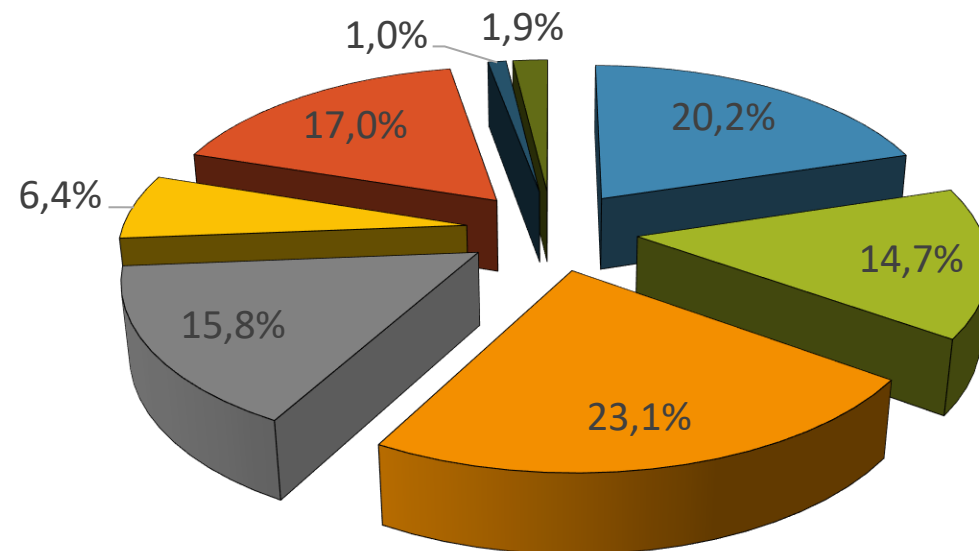
- Strop prema tavanu
- Pod iznad podruma
- Zid dvorišnog pročelja
- Zid uličnog pročelja
- Zid prema negrijanom stubištu
- Prozori
- Ulazna vrata stanova
- Kutije roleta

Najveći transmisijski toplinski gubici kroz zidove dvorišnog pročelja i prema tavanu

UDIO GRAĐEVNIH DIJELOVA U OVOJNICI GRIJANOG PROSTORA



RASPODJELA TRANSMISIJSKIH GUBITAKA TOPLINE



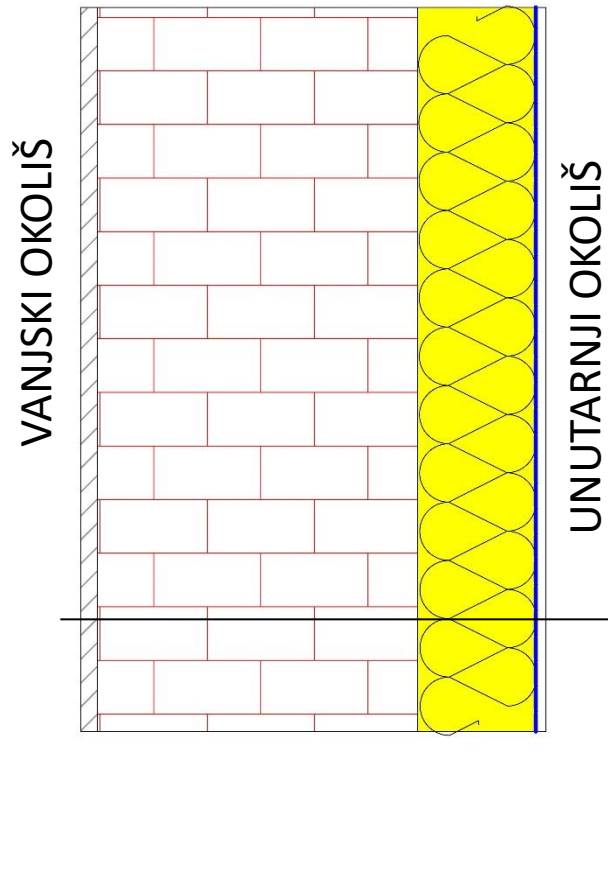
PRIJEDLOZI – ENERGETSKA UČINKOVITOST

Oznaka slučaja	Prozori	Vanjski zidovi prema dvorištu	Vanjski zidovi - ulično pročelje	Zidovi prema stubištu	Infiltracija, n_{50} [1/h]	Prirodno provjetravanje, n_{min} [1/h]	Mehanička ventilacija, n [1/h]	Broj izmjena zraka u negrijanom podrumu, n [1/h]
Postojeće stanje	Postojeće trenutno stanje				10	1	/	3
Seizmička obnova	Postojeće trenutno stanje	Torket s vanjske ili unutarnje strane zidova, Spregnute međukatne ploče			10	1	/	3
SO EO_1 TŽ	Stari prozori + Prirodno provjetravanje	ETICS (12 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	10	1	/	3
SO EO_1 PŽ		ETICS (12 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	10	1	/	3
SO EO_1 MIP		Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (5 cm) iznutra	10	1	/	3
SO EO_2 PŽ	Novi prozori (2× IZO)+ Prirodno provjetravanje	/	Pluto žbuka (4 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	3	1	/	1
SO EO_2 TŽ+ETICS+Proz		ETICS (12 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	3	1	/	1
SO EO_2 PŽ+ETICS+Proz		ETICS (12 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	3	1	/	1
SO EO_2 MIP+Proz		Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (5 cm) iznutra	3	1	/	1
SO EO_3 PŽ	Novi prozori (2× IZO)+ Mehanička ventilacija s povratom topline 80%	/	Pluto žbuka (4 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	1,5	/	1	1
SO EO_3 TŽ+ETICS+Proz+MVHR		ETICS (12 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	toplinska žbuka (4 cm)	1,5	/	1	1
SO EO_3 PŽ+ETICS+Proz+MVHR		ETICS (12 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	Pluto žbuka (4 cm)	1,5	/	1	1
SO EO_3 MIP+ETICS+Proz+MVHR		Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra	Mineralne izolacijske ploče (5 cm) iznutra	1,5	/	1	1

HAM analiza

SLUČAJ 1: MW iznutra + parna brana

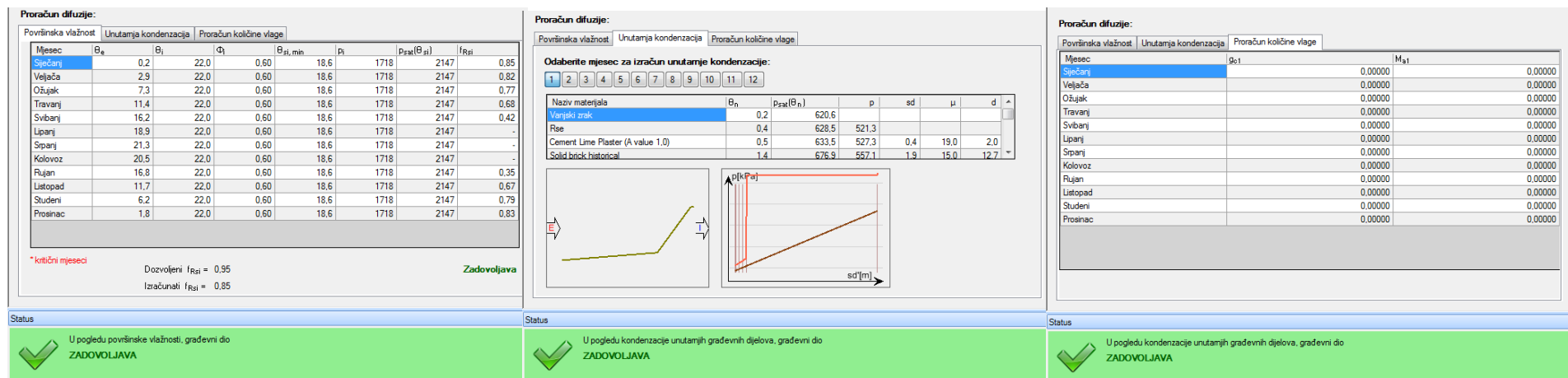
GLASER vs.  WUFI®



Br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	Vap.-cem. žbuka	2	1900	850	0,8	19
2	Puna opeka	38	1800	850	0,6	15
3	Staklena vuna	14	21	840	0,035	1
4	Parna brana	0,07	130	2300	2,3	100000
5	Gips-kart.pl.	1,25	850	850	0,2	8,3

SLUČAJ 1: MW iznutra + parna brana

GLASER vs.



KI Expert Plus v.7.4.1.1

- Proračun za mjesečne vrijednosti temperature i relativne vlažnosti zraka
- Ne dolazi do površinske kondenzacije
- Nije došlo do presijecanja krivulja parcijalnog tlaka i tlaka zasićenja → **ne dolazi do unutarnje kondenzacije vodene pare**

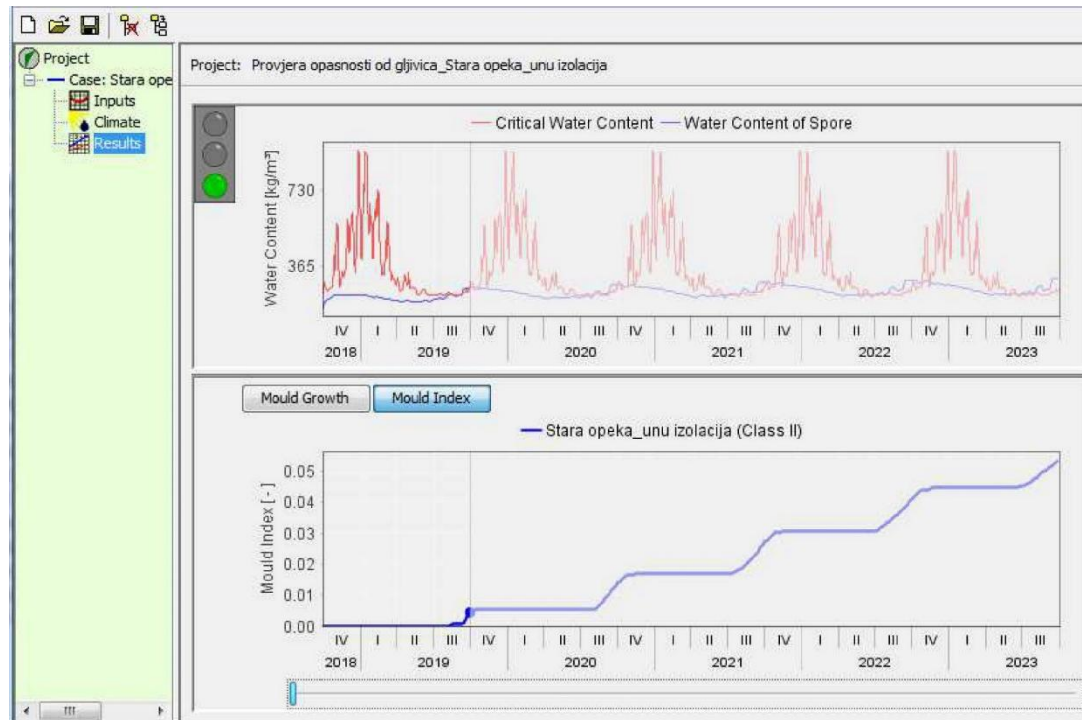
SLUČAJ 1: MW iznutra + parna brana

GLASER vs.



PROVJERA OPASNOSTI OD POJAVE GLJIVICA I PLIJESNI:

- Kao potencijalno „kritična” pozicija odabran je spoj MW i zida od opeke



ZELENO SVJETLO: uopće nema ili je zanemariv rast gljivica / prihvatljivi uvjeti

CRVENO SVJETLO: značajan rast gljivica / neprihvatljivi uvjeti

ŽUTO SVJETLO: preostalo neizvjesno područje / procjena opasnosti od rasta gljivica ovisi o specifičnim zahtjevima i uvjetima korištenja

Mould index MI	Karakteristika
0	Nema rasta
1	Mali rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
2	Srednji rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
3	Vizualno vidljiv rast
4	
5	
6	

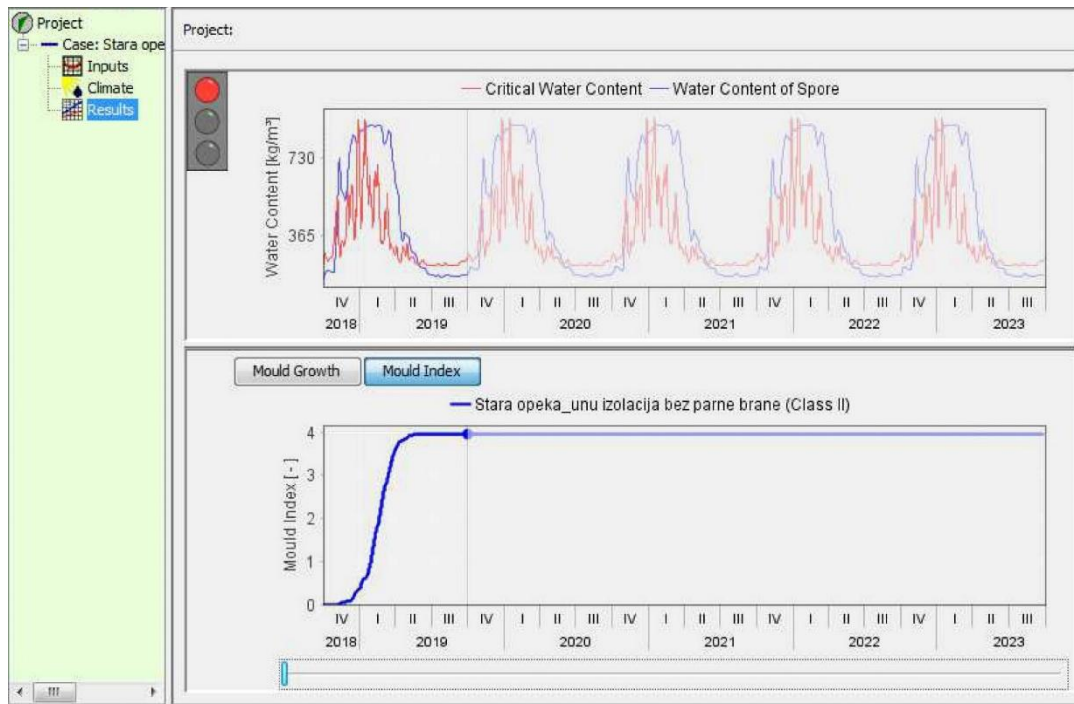
1] SLUČAJ 1: MW iznutra + parna brana

GLASER vs.



SITUACIJA BEZ PARNE BRANE

- Kao potencijalno „kritična” pozicija odabran je spoj MW i zida od opeke

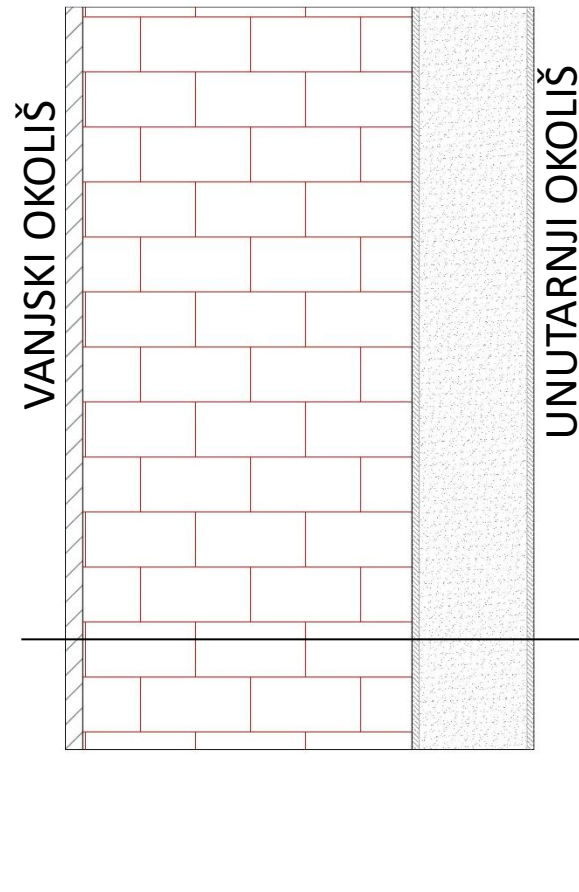


ZELENO SVJETLO: uopće nema ili je zanemariv rast gljivica / prihvatljivi uvjeti

CRVENO SVJETLO: značajan rast gljivica / neprihvatljivi uvjeti

ŽUTO SVJETLO: preostalo neizvjesno područje / procjena opasnosti od rasta gljivica ovisi o specifičnim zahtjevima i uvjetima korištenja

Mould index MI	Karakteristika
0	Nema rasta
1	Mali rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
2	Srednji rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
3	Vizualno vidljiv rast
4	
5	
6	



Br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	Vap.-cem. žbuka	2	1900	850	0,8	19
2	Puna opeka	38	1800	850	0,6	15
3	Tankoslojni mort	0,8	833	850	0,155	15,1
4	Porobeton	12,5	115	850	0,04	4,1
5	Tankoslojni mort	0,8	833	850	0,155	15,1

HAM - varijanta: porobeton bez parne brane

GLASER vs.



Proračun difuzije:

Površinska vlažnost	Unutarnja kondenzacija	Proračun količine vlage							
Mjesec	B_e	B_i	Φ_i	$B_{s1, \min}$	p_i		$p_{s1}(B_{s1})$	f_{s1}	
Siječanj	0.2	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.85	
Veljača	2.9	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.82	
Ožujak	7.3	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.77	
Travanj	11.4	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.68	
Svibanj	16.2	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.42	
Lipanj	18.9	22.0	0.60	18.6	1718		2147	-	
Sipanj	21.3	22.0	0.60	18.6	1718		2147	-	
Kolovoz	20.5	22.0	0.60	18.6	1718		2147	-	
Rujan	16.8	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.35	
Listopad	11.7	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.67	
Studen	6.2	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.79	
Prosinac	1.8	22.0	0.60	18.6	1718		2147	0.83	

* kritični mjeseci

Dozvoljeni $f_{rel} = 0.94$

Zadovoljava

Status

U pogledu površinske vlažnosti, građevni dio
ZADOVOLJAVA

Proračun difuzije:

Odaberite mjesec za izračun unutarnje kondenzacije:

Naziv materijala	B_n	$p_{s,i}(B_n)$	p	s_d	μ	d
Solid brick historical	2.7	738.8	706.5	1.9	15.0	12.7
Solid brick historical	3.8	799.1	799.1	1.9	15.0	12.7
LIGHT ADHESIVE	4.0	814.5	814.5	0.1	15.1	0.8
POROBETON	5.3	889.6	870.7	0.0	4.1	1.0

Status: U pogledu kondenzacije unutarnjih građevnih dijelova, građevni dio **NE ZADOVOLJAVA**

Proračun difuzije:

Mjesec	g_{e1}	M_{s1}	g_{e2}	M_{s2}
Listopad	0.01749	0.08771	0.01749	0.08771
Studen	0.03531	0.05280	0.40293	0.49064
Prosinac	0.04243	0.09523	0.62927	1.11991
Siječanj	0.04211	0.13734	0.69665	1.81556
Veljača	0.03308	0.17042	0.52448	2.34004
Ožujak	0.02393	0.19435	0.35814	2.69818
Travanj	0.00576	0.20011	0.10435	2.80253
Svibanj	-0.02292	0.17719	-0.24716	2.55537
Lipanj	-0.03871	0.13848	-0.46503	2.09034
Sipanj	-0.06701	0.07147	-0.71080	1.37954
Kolovoz	-0.05212	0.01935	-0.63154	0.74800
Rujan	-0.01245	0.00690	-0.28722	0.46078

Razlozi:
Unutar građevnog dijela ima zastale količine kondenzata.
Prekoračena je vrijednost od 1.0 kg/m² ukupne količine kondenzata unutar građevnog dijela.
Prekoračena je vrijednost od 0.5 kg/m² ukupne količine kondenzata uz sloj koji kaplamo ne upija vodu.

Status: U pogledu kondenzacije unutarnjih građevnih dijelova, građevni dio **NE ZADOVOLJAVA**

KI Expert Plus v.7.4.1.1

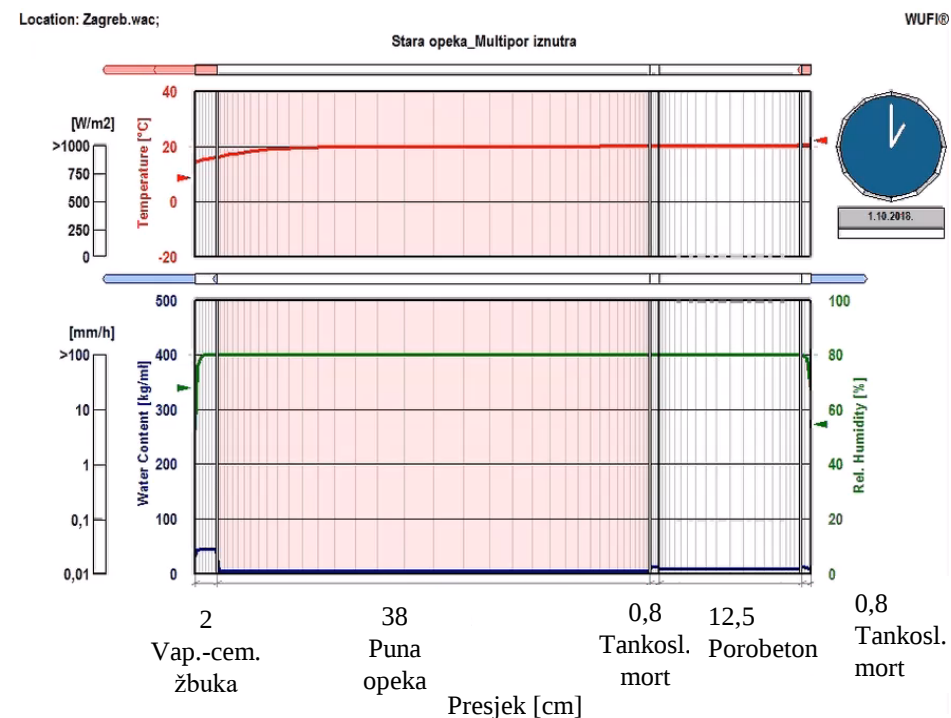
- Proračun za mjesečne vrijednosti temperature i relativne vlažnosti zraka
- Ne dolazi do površinske kondenzacije
- Dolazi do presijecanja krivulja parcijalnog tlaka i tlaka zasićenja na granicama slojeva 1 i 2, te na granicama slojeva 2 i 3 → **dolazi do unutarnje kondenzacije vodene pare**

Nastala količina kondenzata ne uspijeva se isušiti u dopuštenom vremenu razdoblju!

GLASER vs.

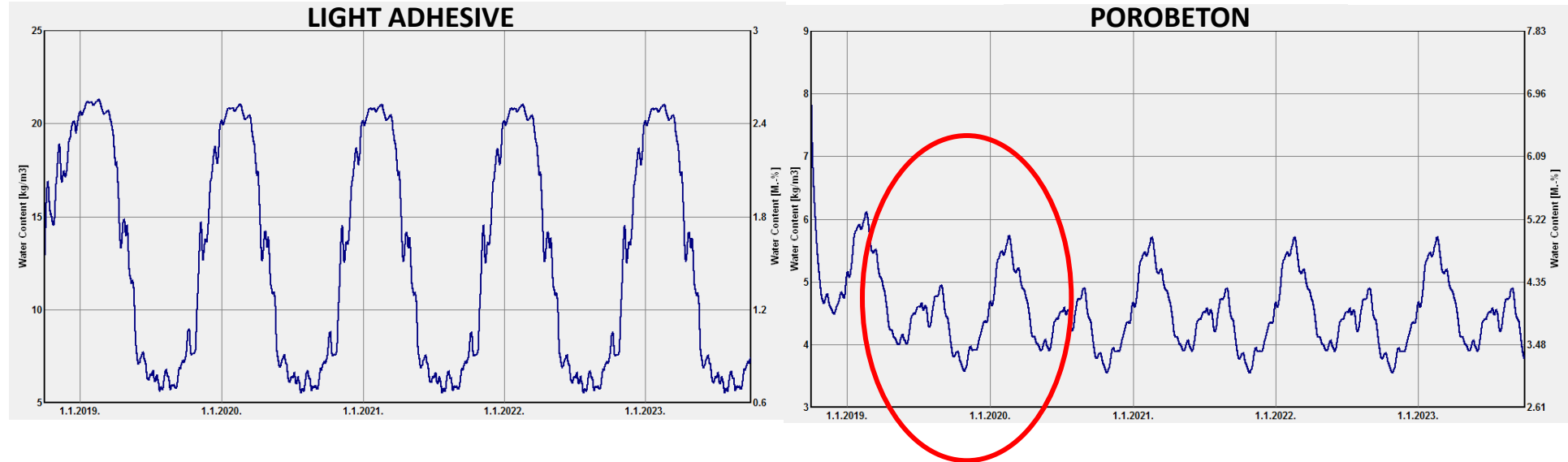


- Odabrano proračunsko razdoblje od 5 godina → **dugoročno ponašanje**
- Vremenski korak proračuna: 1 sat
- Budući da je riječ o obnovi postojeći zid već ima uspostavljenu svoju dinamičku higrotermalnu ravnotežu → **dodavanjem sloja izolacije mijenja se ustaljeno higrotermalno ponašanje zida**



2] SLUČAJ 2: porobeton bez parne brane

GLASER vs.  WUFI®



- Stanje dinamičke higrotermalne ravnoteže

- Prvih 15 mjeseci sušenje i onda uspostavljena dinamička higrotermalna ravnoteža

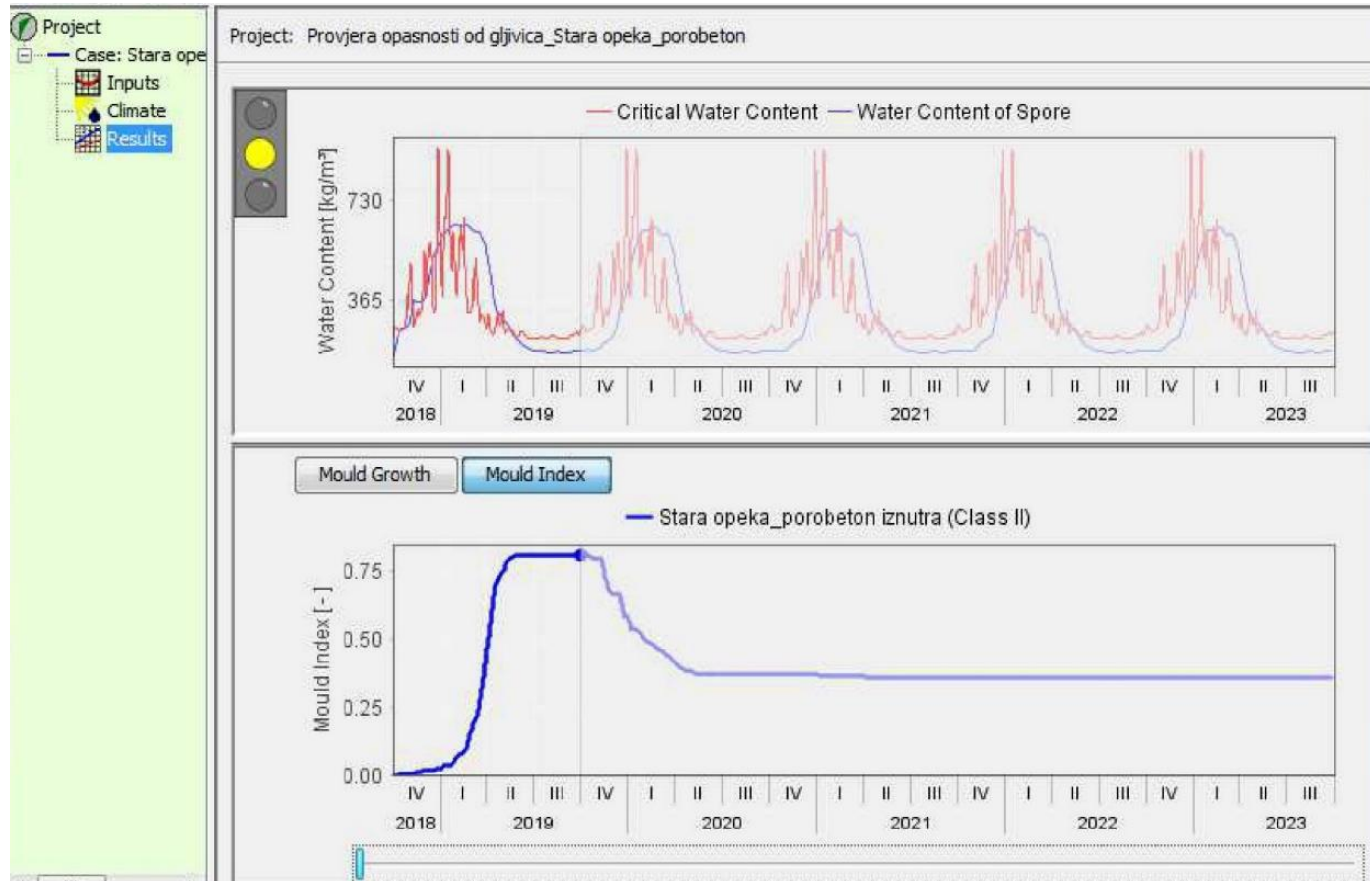
2] SLUČAJ 2: porobeton bez parne brane

GLASER vs.



PROVJERA OPASNOSTI OD POJAVE GLJIVICA I PLIJESNI:

- Kao potencijalno „kritična” pozicija odabran je spoj tankoslojnog morta i porobetona



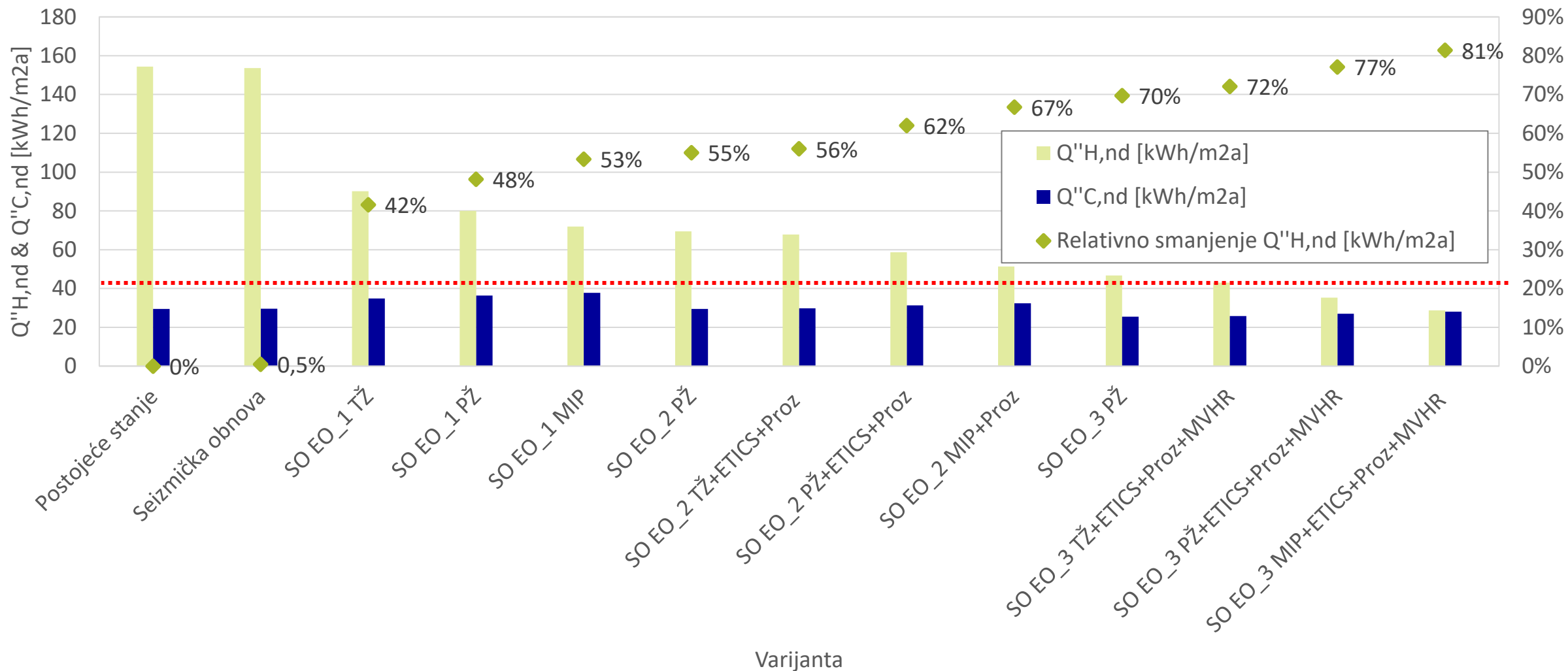
ZELENO SVJETLO: uopće nema ili je zanemariv rast gljivica / prihvatljivi uvjeti

CRVENO SVJETLO: značajan rast gljivica / neprihvatljivi uvjeti

ŽUTO SVJETLO: preostalo neizvjesno područje / procjena opasnosti od rasta gljivica ovisi o specifičnim zahtjevima i uvjetima korištenja

Mould index MI	Karakteristika
0	Nema rasta
1	Mali rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
2	Srednji rast, vidljivo jedino pod mikroskopom
3	Vizualno vidljiv rast
4	
5	
6	

REZULTATI ANALIZE



SMANJENJE TROŠKOVA GRIJANJA

- Vrlo okvirni proračun koji ne uzima u obzir učinkovitost samih tehničkih sustava u zgradi!
- Pretpostavka energenta: Prirodni plin
 - cijena 0,20 - 0,25 kn/kWh

Ušteda energenta za grijanje	Smanjenje troška za grijanje	Dokaznica
75 % (cca 100 kWh/m ²)	48.800 KN/god	$2440 \text{ m}^2 \times 100 \text{ kWh/m}^2 \times 0,20 \text{ KN/kWh} = 48.800 \text{ KN/god}$
50 % (cca 75 kWh/m ²)	36.600 KN/god	$2440 \text{ m}^2 \times 75 \text{ kWh/m}^2 \times 0,20 \text{ KN/kWh} = 36.600 \text{ KN/god}$
25 % (cca 35 kWh/m ²)	17.080 KN/god	$2440 \text{ m}^2 \times 35 \text{ kWh/m}^2 \times 0,20 \text{ KN/kWh} = 17.080 \text{ KN/god}$

GUBITAK KORISNE POVRŠINE

- Mineralne izolacijske ploče (12,5 cm) iznutra
 - Gubitak korisne površine na predmetnoj zgradi: 105,63 m²
- Toplinska ili žbuka od pluta (4 cm) iznutra
 - Gubitak korisne površine na predmetnoj zgradi: 33,8 m²



DVORAC BRAČAK



DVORAC BRAČAK

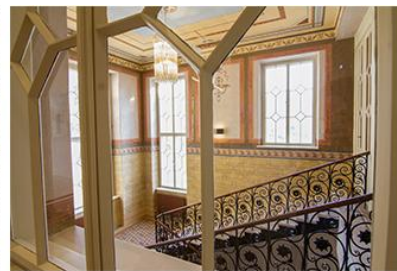


ENERGETSKI CENTAR
BRAČAK



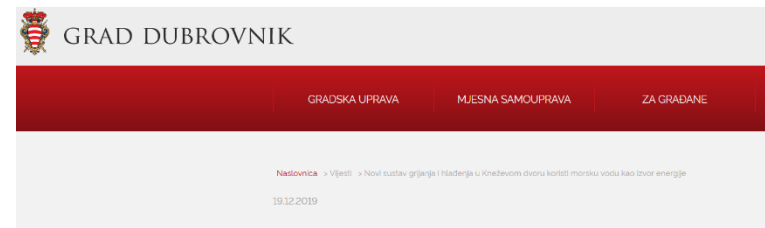
DVORAC BRAČAK

- Dvorac Bračak je iz prvotnog energetskeg razreda E prešao u energetske razrede B i C ovisno o zoni pojedine namjene koristeći pri tome 88% udjela obnovljivih izvora energije za svoj rad.
- Provedbom mjera poboljšanja energetske učinkovitosti ostvarena je ušteda u potrošnji godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$
 - sa početnih 213,0 kWh/m²a
 - na 64,0 kWh/m²a,
 - odnosno za 70%.



DODATNE MOGUĆNOSTI

- Tehnički sustavi grijanja (i hlađenja)
- Rasvjeta
- OIE



DURA

Razvojna agencija Grada Dubrovnika
City of Dubrovnik Development Agency

Novi sustav grijanja i hlađenja u Kneževom dvoru koristi morsku vodu kao izvor energije

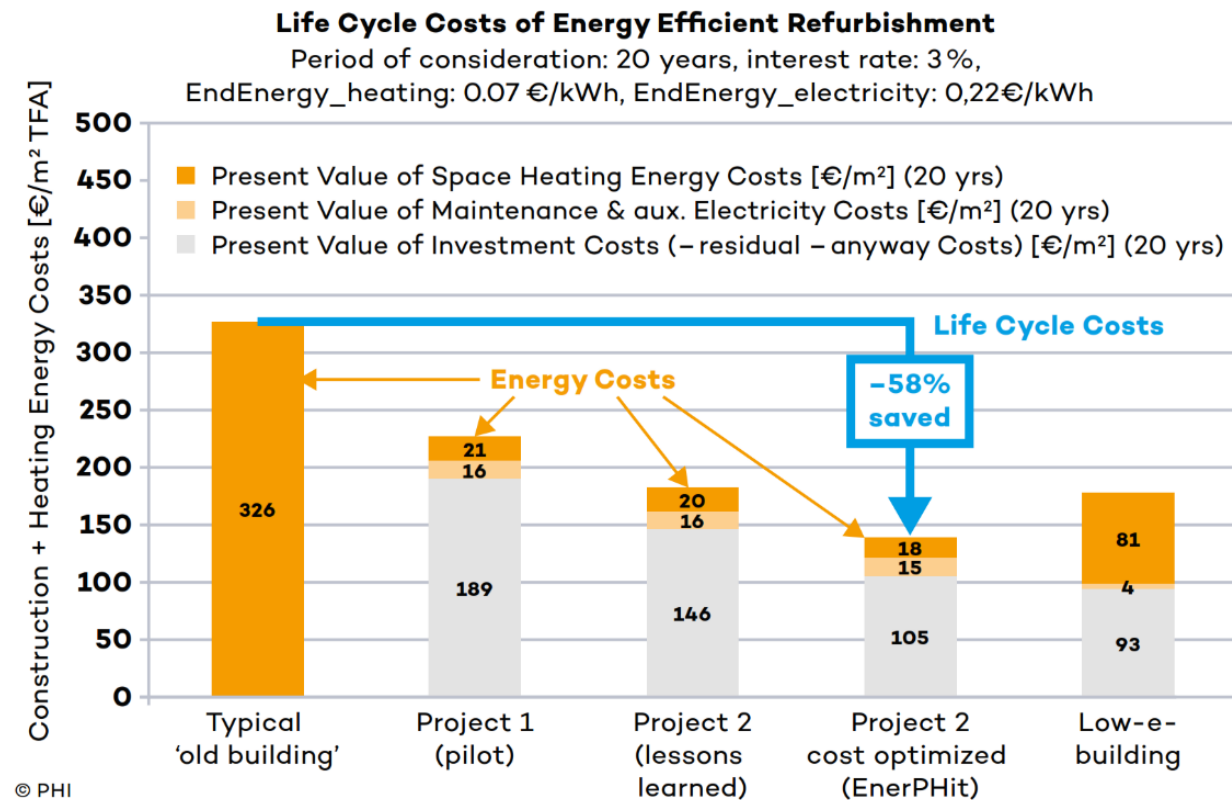


Završeni su svi radovi na zamjeni postojećeg tehničkog sustava grijanja i hlađenja u Kneževom dvoru, izvedeni u sklopu projekta DURA-e „Seadrion“. Novim postrojenjem opskrbljuje se zgrada Gradske uprave i Knežev dvor, ali i Kino Sloboda te Kazalište Marina Držića.

Kroz projekt sufinanciran sredstvima Europske unije ugrađeno je šest dizalica topline koje kao medijator koriste obnovljive izvore energije, u ovom slučaju morsku vodu, odnosno hlade/griju navedeni kompleks zgrada uz pomoć morske vode.

TROŠKOVI TIJEKOM ŽIVOTNOG VIJEKA

- Usporedba troškova tijekom životnog ciklusa zgrade.

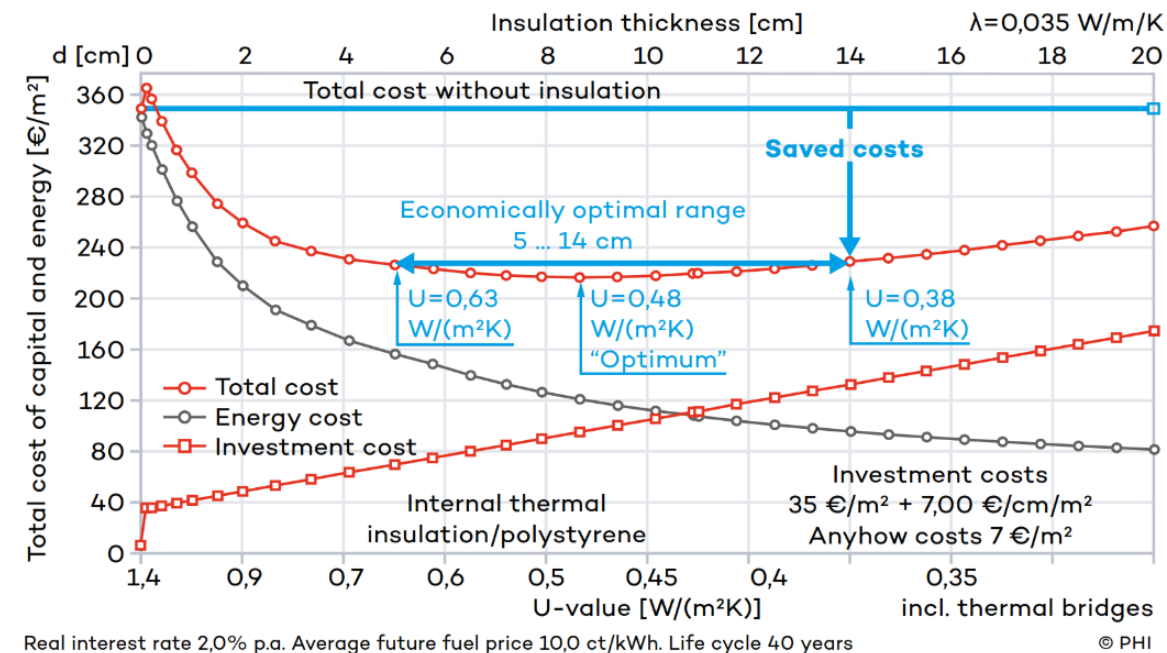


Izvor:
Energy Efficiency Solutions for Historic
Buildings – A handbook; Edited by
Alexandra Troi, Eurac research,
and Zeno Bastian, Passive House
Institute; Birkhäuser, Basel, 2015

TROŠKOVNI OPTIMUM

- Troškovi kapitala, energije i životnog ciklusa za mjere energetske učinkovitosti ovisno o U-vrijednosti (debljini izolacije).
- Iako se obično optimalni trošak za srednjoeuropsku klimu kreće u rasponu od 0,15-0,20 W/(m²K), za unutarnju izolaciju (obnova) raspon optimalnog troška je niži.
- Izgubljena korisna površina se također smatra kapitalnim troškom.
- Povećana vrijednost stana zbog povećane ugodnosti nije razmatrana.
- Vrlo je često moguće smanjiti potrošnju energije i za 4 puta!!
 - Čak i sa unutarnjom izolacijom
 - Potreban integralni pristup

Izvor:
Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings – A
handbook; Edited by Alexandra Troi, Eurac research,
and Zeno Bastian, Passive House Institute; Birkhäuser,
Basel, 2015



POSTOJI LI ENERGY GAP?

MJERENJE POTROŠNJE TOPLINSKE ENERGIJE

Zagreb



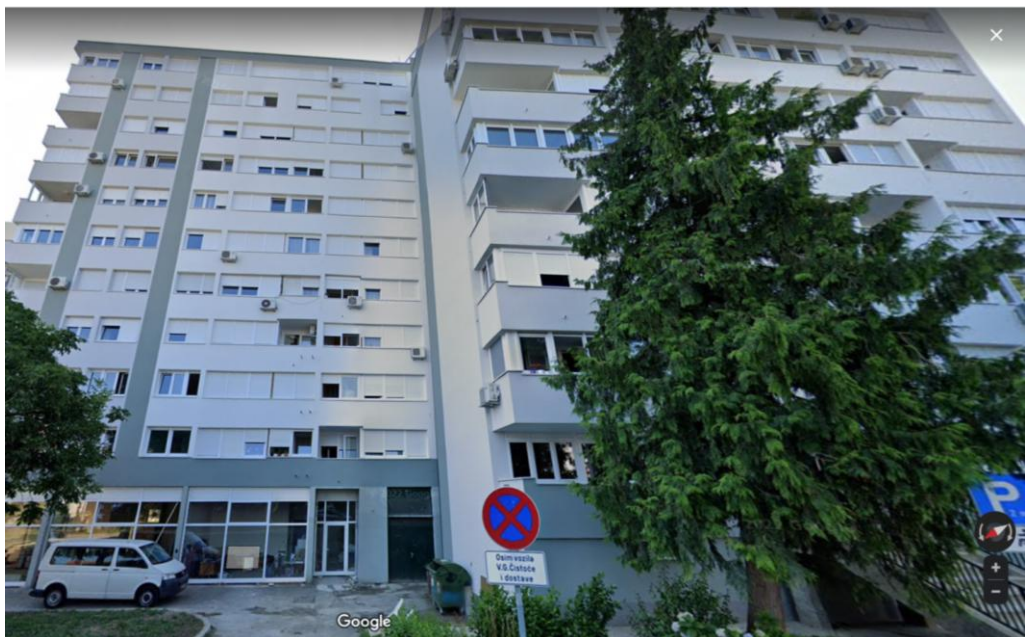
E 7 → 493.322 kWh/a
→ 122 kWh/m²a

E 9 → 640.927 kWh/a
→ 159 kWh/m²a

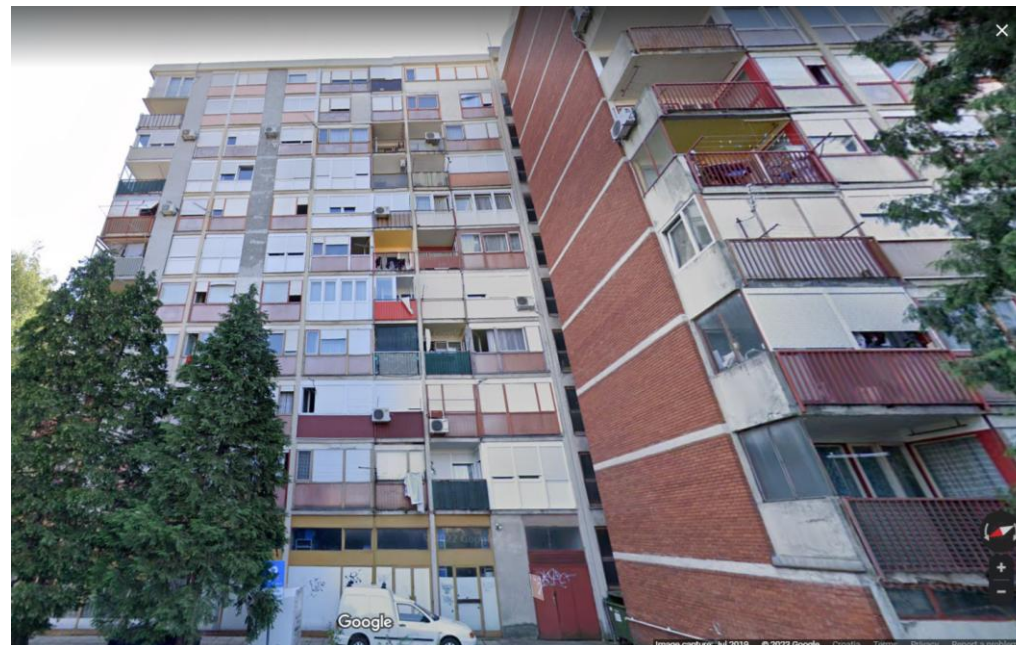
UŠTEDA 23%!!!

MJERENJE POTROŠNJE TOPLINSKE ENERGIJE

Velika Gorica



MS 2 → Grijanje 519.640 kWh/a
→ PTV 646.075 kWh/a



MS 4 → Grijanje 820.799 kWh/a
→ PTV 686.147 kWh/a

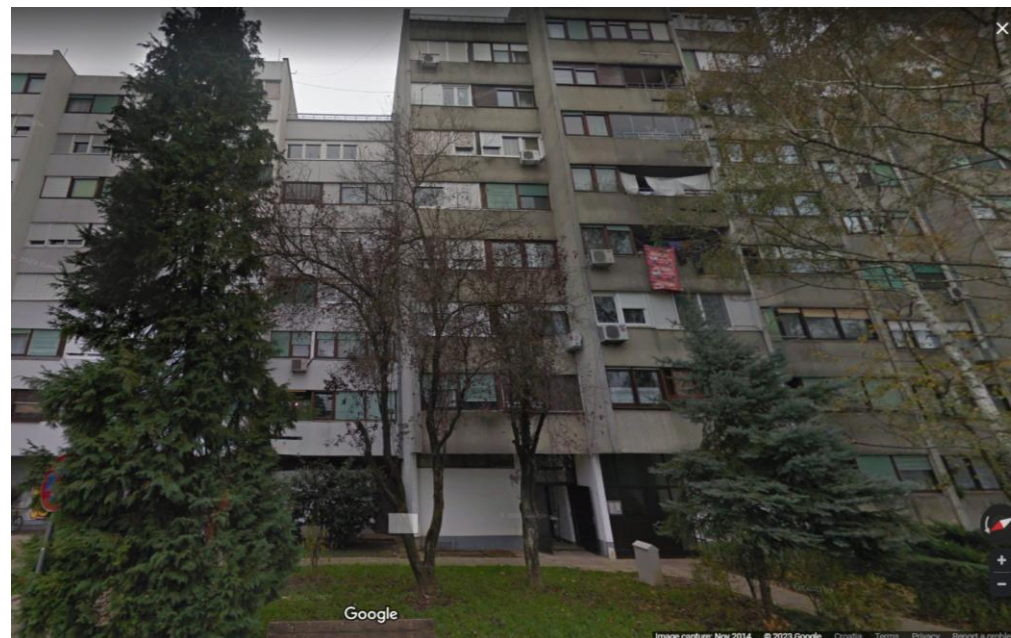
UŠTEDA GRIJANJE 37%
UŠTEDA UKUPNO 23%!

MJERENJE POTROŠNJE TOPLINSKE ENERGIJE

Velika Gorica



SK 19-27 → Grijanje 1.153.410 kWh/a
→ PTV 1.537.883 kWh/a



SK 29-37 → Grijanje 1.814.670 kWh/a
→ PTV 1.580.625 kWh/a

UŠTEDA GRIJANJE 36%
UŠTEDA UKUPNO 21%!



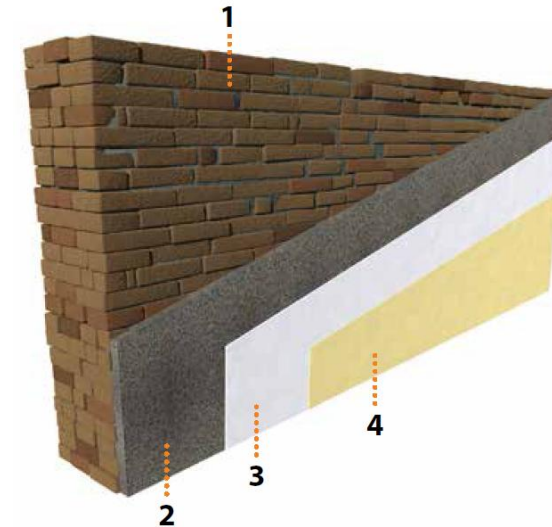
ENERGIJA

- Rezultati analize pokazuju da postoji **raskorak između projektiranih („obećanih) ušteda energije te stvarno ostvarenih ušteda** što s obzirom na utrošena sredstva svakako utječe na percepciju građana o mjerama energetske učinkovitosti.
- Spomenuta neusklađenost između projektiranih i ostvarenih ušteda leži svakako u svima od slijedećih uzroka i to u:
 - projektnim **uvjetima korištenja** koji se razlikuju od stvarnih,
 - **metodologiji i algoritmima koji se koriste** pri projektiranju odnosno pretpostavkama i pojednostavljenjima koje se koriste, ali svakako i u
 - **izvođenju** koje vrlo često nije na potrebnoj razini te u
 - **Ulazni podaci** u proračune
 - Znanje i **resursi** osobe koja provodi proračun



ZAKLJUČAK

- Poboljšanja energetske učinkovitosti moraju uzeti u obzir postojeće materijale i mjere bi trebale biti:
 - robusne (neosjetljive na greške),
 - popravljive i
 - reverzibilne.
- Rješavati i probleme vezane uz vlagu
 - Kapilarnu
 - Kiša nošena vjetrom, snijeg
 - Difuzija vodene pare



ZAKLJUČAK

- Želimo unijeti energiju i održivost u dijalog o kulturnoj baštini.
- Poboljšanje kvalitete stanovanja, prepoznavanje i održavanje kontinuiteta stanovanja, istovremeno svjesni načela zaštite kulturne baštine.
- Svaka zgrada treba individualnu analizu i individualnu strategiju energetske obnove.
- Na kraju se mora jasno naglasiti:
 - postoje spomenici toliko vrijedni, ljepotom, toliko jedinstveni u svojoj tipologiji zgrada da zadatak nije uravnotežiti vrijednosti kulturne baštine i potencijal uštede energije, već ih sačuvati nepromijenjenima kako bi se održali njihov značaj.



Should it really be
discussed?



Hvala na pažnji!
