

# **TOPLINSKA, ZVUČNA I PROTUPOŽARNA IZOLACIJA VANJSKE OVOJNICE ZGRADA**

Silvio Novak, dipl.ing.građ.  
Knauf Insulation d.o.o.

# Dobra izolacija pozitivna za zdravlje

**Centralno grijanje i postavljanje dobre toplinske izolacije na zgradu pomažu fizičkom i mentalnom zdravlju, pokazalo je britansko istraživanje.**

"Mislim da je glavna poruka da poboljšavanje stambenih uvjeta može poboljšati zdravlje, posebice ako se poboljšanja na području energije i to-

pline provedu u stambenim jedincama u kojima žive osobe s respiratornim problemima", kaže Hillary Thomson, voditeljica istraživanja iz Medical Research Council u Glasgowlu.

Nekoliko istraživanja do sada je povezalo loše stambene uvjete s lošim zdravljem no znanstvenici su dovodili u pitanje kvalitetu tih dokaza,

kaže Thomson i pojašnjava da je bilo problema razdvojiti učinke loših stambenih uvjeta od drugih činitelja koji su igrali ulogu poput dobi i siromaštva.

Prema rezultatima istraživanja objavljenima u časopisu Cochrane Library s lošim zdravljem najčešće su u kući povezani nekvalitetni zrak, grijanje i vlaga, radon, buka,

prašina, dim cigareta, padovi i požari. Kako bi utvrdili pretvaraju li se poboljšani uvjeti života u kući u osjetna poboljšanja zdravlja stanara znanstvenici su obradili rezultate 39 ranijih anketa. Utvrdili su da se primjerice u zgradi u kojoj je postavljena vanjska toplotna izolacija broj osoba lošeg zdravstvenog stanja smanjio za 40 posto. H,GK



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

From: [REDACTED]  
To: NOVAK, SILVIO  
Cc:  
Subject: rješenje problema sa vlagom i gljivicama?

Sent: ned 27.1.2013 20:53

Lijepi pozdrav !

Vidio sam vašu adresu na portalu Knauf insulation pa bi Vas lijepo moli odgovor i rješenje ako ikako postoji za naš problem, pa da krenem od početka...

Živim u kući koja je dvojni objekt i nema fasadu, kuća ima podrum, visoko prizemlje, kat i tavan koji nema nikakvu izolaciju, znači grede, crijep i običan betonski pod...

Sve je bilo super dok nismo supruga i ja zbog malog djeteta odlučili staviti na kat kuće pvc stolariju dakle prozore i balkonska vrata, wc, hodnik itd....

Iduće zime pojavio se ogroman problem koji nismo mogli ni sanjati... u ugradbenom ormaru koji se nalazi na vanjskom zidu pojavili se crni zidovi i gljivice po svuda, u wcu doslovno kapljice vode stoje na plafonu uz zid i plafon i zid totalno crni, a u dnevnom boravku gdje je bio naslonjen na vanjski zid kutna garnitura kad sam odmaknuo nakon niti mjesec dana što je tako stajala garnitura doslovno su bile kapljice na zidu crno ko vrag i bijeli komadići ko paučine pretpostavljam tj. znam da su gljivice... ono dođe mi da plačem... pokušao sam sanirati sve to sa aqua pore premazom, ali svejedno gljivice i crnilo kroz to probija makar sam prije premaza zidove premazao sa varikinom i sve napravio po ps-u ali to jednostavno ne riješava stvar...

Uglavnom tražimo neku jeftinu soluciju jer trenutno nismo u situaciji da napravimo fasadu izvana, a čitao sam na forumima sve i svašta i molim Vas ako možete dati neki savjet i jeftiniju soluciju da stavimo nešto možda na unutarnje zidove što bi spriječilo to pojavljivanje vlage i gljivica

Puno Vam hvala unaprijed

## Molim savjet

Sent: pon 11.3.2013 22:36

To: NOVAK, SILVIO

Postovani,

planiram adaptaciju kuhinje no imam problem sa vlazenjem i crnjenjem unutarnjeg vanjskog zida u kuhinji. Isti problem se pojavljuje i u kutevima (na stropu) tog istog unutarnjeg vanjskog zida. Na koji nacin bi mogla rijesiti problem na doticnom zidu i stropu? Imam jedan problem a taj je da sam ogranicena debljinom izolacije, znaci na zid bi moglo ici max 4 cm izolativnog materijala. Sto se stropa tice tu nisam ogranicena.

Zahvaljujem unaprijed na Vasem odgovoru,  
Snjezana

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

From: [REDACTED]  
To: NOVAK, SILVIO  
Cc:  
Subject: Savjet molim

Sent: ned 20.10.2013 14:56

Pozdrav!  
Molim za savjet.

Na kuću je prije 10 g. već stavljena izolacija - 5 cm stiropora, završni sloj silikat. Međutim, sobe okrenute prema sjeveru su dosta hladnije i u spavaćaj sobi se javlja vlaga - gljivice na zidu. Sobe su površine 15 m2 svaka.

Sada planiram sa unutarnje strane izolirati zidove. Planiram staviti staklenu vunu 5 cm, pamu branu i GK ploče.

Mislite da ću riješiti problem?

From: [REDACTED]  
To: NOVAK, SILVIO  
Cc:  
Subject: Re: Automatische Antwort:

Sent: ned 2.6.2013 15:51

Message 20130225\_131338.jpg (1 MB) 20130225\_131332.jpg (2 MB)

Postovanje.imam jedan problem.kupio sam novi stan u dugom selu.zivim tu 2g.preko zime mi se s unutarnjih strana zidova stvara vlaga do metar u zrak.zivim u prizemlju ispod mene je garaza koja se ne grije.sta bi tu bilo najbolje napraviti?mozda zaljepiti stirodurn na tu stranu u sobi gdje je ta vlaga?i da ne zaboravim postrugo sam to sve dolje i ispod je amirani beton.unaprijed zahvaljujem.lp



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

From: [REDACTED]  
To: NOVAK, SILVIO  
Cc:  
Subject: Molim vaš pomoć

Sent: pet 15.11.2013 16:42

Dobar dan Molim vas za vašu pomoć. Imam veliki problem sa vlagom u stanu, vanjska i unutarnja fasada su napravljene, unutarnja je pofarbana a vanjska nije. U kući koristim odvlaživač, ali je stalno vlaga cca. 80%, i rade se gljivice na zidovima. Dali postoji nekakav hidroizolacijski premaz za vanjski zid koji bi se nanio na njega, i da se na njega kasnije može staviti boja. Ili neko drugo rješenje. Unaprijed hvala

From: [REDACTED]  
To: NOVAK, SILVIO  
Cc:  
Subject: izolacija

Sent: pon 18.11.2013 12:43

Dobar dan!!!!

Imamo stan u obiteljskoj kući, u prizemlju. Već duže vrijeme borimo se s gljivicama na dva vanjska zida. Soba se dugo vremena nije grijala i tada je bilo sve u redu, ali kada smo počeli s grijanjem...javljaju se gljivice. Kuća je građena: cigla, obična fasada s vanjske strane, iznutra pozbukano i opiturano. Stan je u prizemlju, a iznad je drugi stan. Čitala sam vaše stranice i mislim da bi nam odgovarala kombinacija:

- aluminijaska konstrukcija
- Knauf Insulation TW TP 115
- Knauf Ins. LDS 100
- ploče

....nadam se da sam dobro shvatila redosljed izrade. Molim Vas ako mi možete dati savjet

1. da li je to u redu ili bi trebalo koristiti neke druge materijale.
2. da li je u redu izolirati samo vanjske zidove, tj. da li je potrebno i plafon kako se gljivice ne bi pojavljivale na spoju zida i plafona i nastavile širiti dalje, te u tom slučaju kako izolirati i plafon
3. koliko bi nam trebalo novaca za potrebni materijal, jedan zid dimenzije 4m x 2,80 te drugi 3 m x 2,80

Hvala

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Vlažnost zraka – uz temperaturu zraka, bitan parametar za osiguranje ugodnosti (udobnosti) u prostoru. Propisane optimalne vrijednosti vlažnosti zraka variraju, ovisno o namjeni prostora.

Bitno je poznavati:

- fizikalna svojstva vlažnog zraka,
- svojstva građevinskih materijala i struktura vezanih za vlagu,
- mehanizme njezinog transporta.

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

- Vlažni zrak je smjesa suhog zraka i vlage.

- Vлага se u zraku može pojaviti kao:

- para
- kapljevina
- led

**Nezasićeni vlažni zrak** - vlaga se pojavljuje samo u obliku pregrijane pare

**Zasićeni vlažni zrak** - uz paru se pojavljuje i vlaga u obliku kapljevine i/ili leda

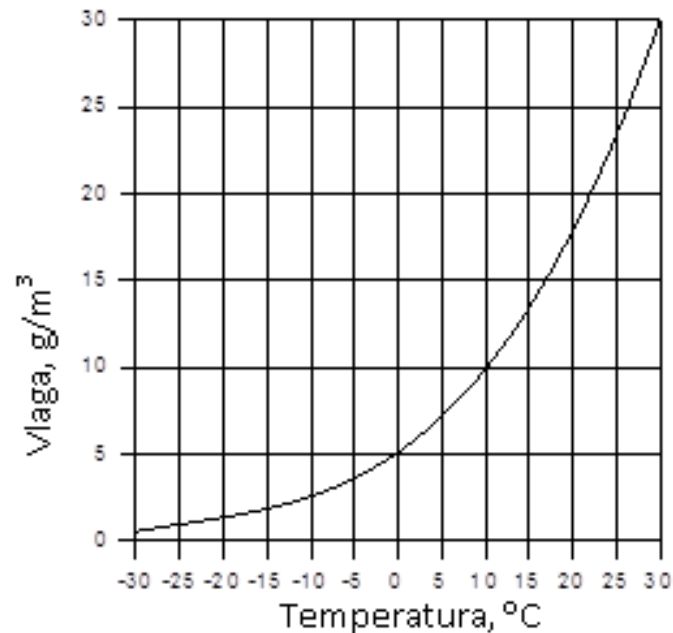
Sadržaj vlage predstavlja omjer između mase vlage sadržane u vlažnom zraku (bez obzira na agregatno stanje) i mase suhog zraka.

Količina vlage koja je u zraku sadržana u obliku vodene pare pri određenoj temperaturi ne može biti veća od maksimalne. Ta je maksimalna količina vlage u zraku u obliku pare određena ukupnim tlakom vlažnog zraka i njegovom temperaturom. S porastom temperature zraka raste maksimalna količina vlage koja može biti sadržana u vlažnom zraku u obliku vodene pare.



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

- Sadržaj vlage u nezasićenom vlažnom zraku može se naznačiti i u  $\text{g/m}^3$  (gramima vodene pare po kubičnom metru vlažnog zraka). Ovako iskazana vlažnost zraka naziva se **apsolutnom vlažnošću**.
- Ovisnost između temperature i apsolutne vlažnosti vlažnog zraka za slučaj kada je parcijalni tlak vodene pare u vlažnom zraku jednak tlaku zasićenja:



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

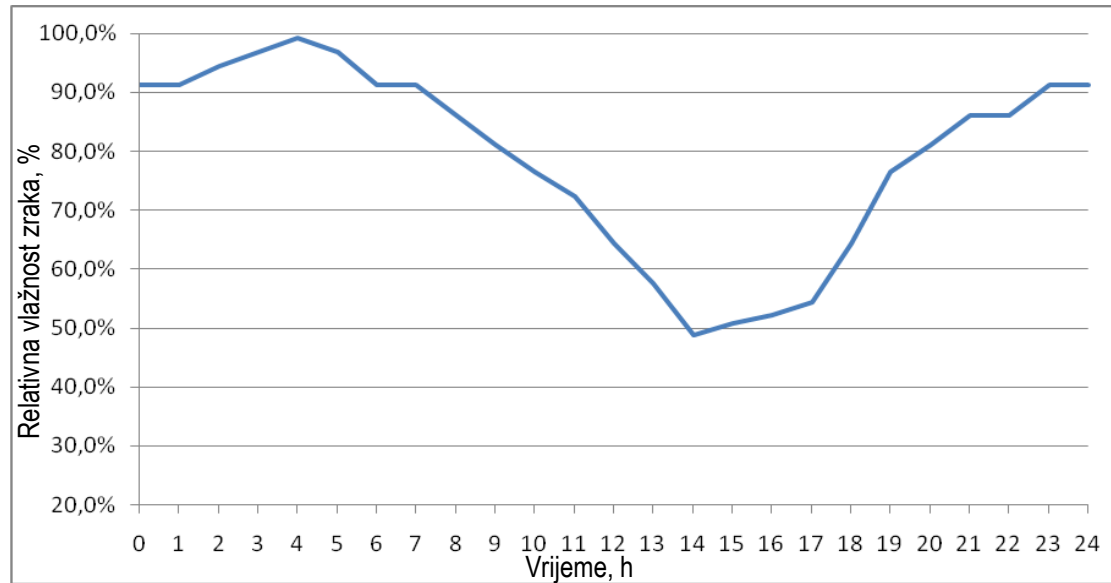
U području nezasićenog vlažnog zraka, stanje zraka se najčešće iskazuje **relativnom vlažnošću zraka**. Relativna vlažnost zraka za određenu temperaturu predstavlja omjer stvarne apsolutne vlažnosti zraka i maksimalno moguće apsolutne vlažnosti (kada je zrak zasićen).

Primjer: za zrak apsolutne vlažnosti  $16 \text{ g/m}^3$  i temperature  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , relativna vlažnost zraka iznosi 70%, a temperatura rošnja približno  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Tablica stanja zasićenog vlažnog zraka

$\vartheta, \text{ }^\circ\text{C}$	$p_{\text{sat}}, \text{ Pa}$	$x_{\text{sat}}, \text{ g/m}^3$	$\vartheta, \text{ }^\circ\text{C}$	$p_{\text{sat}}, \text{ Pa}$	$x_{\text{sat}}, \text{ g/m}^3$	$\vartheta, \text{ }^\circ\text{C}$	$p_{\text{sat}}, \text{ Pa}$	$x_{\text{sat}}, \text{ g/m}^3$
-20	103	0,88	0	611	4,84	20	2337	17,25
-19	113	0,96	1	656	5,18	21	2486	18,28
-18	124	1,05	2	705	5,55	22	2642	19,37
-17	137	1,15	3	757	5,93	23	2808	20,51
-16	150	1,26	4	813	6,34	24	2982	21,71
-15	165	1,38	5	872	6,78	25	3166	22,97
-14	181	1,51	6	935	7,24	26	3359	24,30
-13	198	1,65	7	1001	7,73	27	3563	25,68
-12	217	1,80	8	1072	8,25	28	3778	27,14
-11	237	1,96	9	1147	8,80	29	4003	28,66
-10	259	2,13	10	1227	9,38	30	4241	30,26
-9	283	2,32	11	1312	9,99	31	4490	31,94
-8	309	2,52	12	1402	10,64	32	4752	33,69
-7	338	2,74	13	1497	11,32	33	5027	35,52
-6	368	2,98	14	1598	12,04	34	5316	37,44
-5	401	3,24	15	1704	12,80	35	5619	39,45
-4	437	3,51	16	1817	13,60	36	5937	41,55
-3	475	3,81	17	1937	14,44	37	6271	43,74
-2	517	4,13	18	2063	15,33	38	6621	46,03
-1	562	4,47	19	2196	16,26	39	6987	48,43

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare



Dijagram promjene relativne vlažnosti zraka tijekom dana uz pretpostavljeni stalan sadržaj vlage i promjenjivu temperaturu zraka.

- s obzirom da se vodena para u prostoriji raspoređuje jednoliko, a temperatura zraka nije jednolika (topliji je zrak uz strop, razlika temperatura zraka od poda do stropa kod normalnih stropnih visina iznosi oko 4 °C) relativna će vlažnost zraka biti veća uz pod, a manja uz strop.

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Osiguravanje zdravih higijenskih uvjeta i postizanje udobnosti boravka u prostoru pretpostavlja dovoljnu količinu vlage u zraku.

- kod **nedovoljne vlažnosti zraka**, pogotovo u grijanim prostorima u zimskom periodu godine, na površinama ogrjevnih tijela može doći do pojave prašine te nastanka plinova koji nadražuju dišne organe. Također, smanjena vlažnost u zraku utječe na sušenje sluznice kože dišnih putova, čime se umanjuje njihova funkcionalnost, a time i osjećaj udobnosti boravka ljudi u tom prostoru.

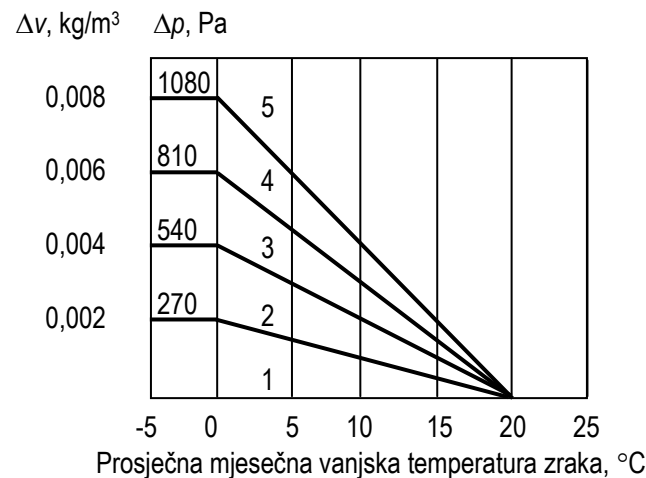
- s druge strane, **prekomjerna vlaga u zraku** je nepovoljna jer na hladnim površinama vanjskih zidova prostorije može doći do kondenzacije vlage iz zraka i nastanka neugodnih mirisa, plijesni i gljivica. Stoga se preporučuje da pri normalnim sobnim temperaturama relativnu vlažnost zraka treba održavati u rasponu od 35 % do 60 (50) %.

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Norma HRN EN ISO 13788 definira pet razreda vlažnosti unutrašnjih prostora kojima se propisuje maksimalan sadržaj vlage u prostorima različite namjene, u ovisnosti o vanjskoj temperaturi zraka

Razredi vlažnosti unutrašnjih prostora

Razred vlažnosti	Tip prostora
1	Skladišni prostori
2	Uredi, trgovine
3	Prostori niskog stupnja zauzeća
4	Prostori visokog stupnja zauzeća, sportske dvorane, kuhinje, kantine, zgrade grijane neloženim plinskim grijalicama.
5	Zgrade posebne namjene, npr. praonice, pivovare, bazeni



Dijagram ovisnosti razreda unutarnje vlažnosti o vanjskoj temperaturi zraka

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

- Za slučaj kada je temperatura vanjskog zraka relativno niska, a otpor prolasku topline vanjskih zidova mali, temperatura će unutrašnje površine vanjskog zida također biti niska. Ukoliko temperatura unutrašnje površine vanjskog zida padne ispod temperatura rosišta (rošenja) (za promatrano stanje vlažnog zraka u prostoriji) vlaga iz zraka će kondenzirati na površini zida.
- Za promatranu temperaturu zraka u prostoriji rizik od pojave kondenzacije vlage na površini unutrašnjih zidova je to veći što je veća relativna vlažnost zraka, jer temperatura rosišta raste s porastom relativne vlažnosti. Drugim riječima, do kondenzacije vlage na unutarnjim površinama zidova prostora s velikom relativnom vlažnošću zraka će dolaziti pri višim temperaturama, čime se postavljaju stroži uvjeti na izolaciju ovojnice građevine.

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

temperatura zraka [ ° C ]	temperatura rošenja $t_s$ u °C kod relativne vlažnosti zraka										
	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
- 10	- 18,62	- 17,45	- 16,62	- 15,68	- 14,78	- 13,95	- 13,15	- 12,50	- 11,95	- 11,10	- 10,60
- 5	- 14,00	- 12,95	- 11,95	- 10,93	- 10,00	- 8,93	- 8,26	- 7,60	- 6,94	- 6,18	- 5,61
- 2	- 11,29	- 10,06	- 9,00	- 7,94	- 7,10	- 6,26	- 5,45	- 4,67	- 3,85	- 3,15	- 2,93
± 0	- 9,45	- 8,21	- 7,10	- 6,10	- 5,16	- 4,26	- 3,38	- 2,59	- 1,99	- 1,42	- 0,67
2	- 7,77	- 6,56	- 5,43	- 4,40	- 3,16	- 2,48	- 1,77	- 0,98	- 0,26	+ 0,47	+ 1,20
4	- 6,11	- 4,88	- 3,69	- 2,61	- 1,79	- 0,88	- 0,09	+ 0,78	+ 1,62	+ 2,44	+ 3,20
6	- 4,49	- 3,07	- 2,10	- 1,05	- 0,08	+ 0,85	+ 1,86	+ 2,72	+ 3,62	+ 4,48	+ 5,38
8	- 2,69	- 1,61	- 0,44	+ 0,67	+ 1,80	+ 2,83	+ 3,82	+ 4,77	+ 5,66	+ 6,48	+ 7,32
10	- 1,26	+ 0,02	+ 1,31	+ 2,53	+ 3,74	+ 4,79	+ 5,82	+ 6,79	+ 7,65	+ 8,45	+ 9,31
12	+ 0,35	+ 1,84	+ 3,19	+ 4,46	+ 5,63	+ 6,74	+ 7,75	+ 8,69	+ 9,60	+ 10,48	+ 11,33
14	+ 2,20	+ 3,76	+ 5,10	+ 6,40	+ 7,58	+ 8,67	+ 9,70	+ 10,71	+ 11,64	+ 12,55	+ 13,36
15	+ 3,12	+ 4,65	+ 6,07	+ 7,36	+ 8,52	+ 9,63	+ 10,70	+ 11,69	+ 12,62	+ 13,52	+ 14,42
16	4,07	5,59	6,98	8,29	9,47	10,61	11,68	12,66	13,63	14,58	15,54
17	5,00	6,48	7,92	9,18	10,39	11,48	12,54	13,57	14,50	15,36	16,19
18	5,90	7,43	8,83	10,12	11,33	12,44	13,48	14,56	15,41	16,31	17,25
19	6,80	8,33	9,75	11,09	12,26	13,37	14,49	15,47	16,40	17,37	18,22
20	7,73	9,30	10,72	12,00	13,22	14,40	15,48	16,46	17,44	18,36	19,18

Temperatura rošenja ( $t_s$ ) za zrak različite temperature ( $t_i$ )  
i različitu vlažnost ( $\phi_i$ ) unutarnjeg zraka

(Izvor: Gösele K., Schüle W., 1985: 216)

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Kondenzacija vodene pare nije beznačajan problem i jedan je od najčešćih uzroka degradacije kvalitete građevina. Neke od brojnih negativnih posljedica kondenzacije vodene pare na stjenkama unutarnjih zidova su :

- povećanje toplinske provodnosti materijala, odnosno smanjena izolacijska svojstva,
- degradacija mehaničkih svojstava materijala i propadanje strukture materijala,
- ugrožavanje zdravlja osoba koje borave u tim prostorima, te pojava gljivica i plijesni,
- moguća pojava korozije (betona i/ili armature).

Kod proračuna potrebnog otpora prolasku topline kriterij odabira je minimalni (najmanji) temperaturni faktor na unutarnjoj površini,  $f_{Rsi,min}$ , definiran jednadžbom:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\vartheta_{si,min} - \vartheta_e}{\vartheta_i - \vartheta_e}$$

u kojoj su:  $\vartheta_{si,min}$  - minimalna unutarnja temperatura stjenke zida u °C,

$\vartheta_e$  - **temperatura vanjskog zraka u °C,**

$\vartheta_i$  - temperatura unutrašnjeg zraka prostorije u °C.

Najviša dozvoljena vrijednost (efektivna, kritična vrijednost) za ravne elemente iznosi:

$$f_{RSi} = (U^{-1} - R_{Si})/U^{-1}$$



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Primjer iz računalnog programa:  
Neizoliran zid

Popis građevnih dijelovaProračun prolaska toplineProračun difuzije

Proračun prolaska topline - U

U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U (W/m2K) (tablica 5., tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama) građevni dio:

U = 1.35 [W/m2K] > U max = 0.45 [W/m2K]

Ne zadovoljava

Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]	
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	2.000	0.020	
1.08 Šuplji blokovi od gline	0.480	25.000	0.521	
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	3.000	0.030	

Popis građevnih dijelovaProračun prolaska toplineProračun difuzije

Proračun difuzije:

Površinska vlažnostUnutarnja kondenzacijaProračun količine vlage

Mjesec	Θ <sub>e</sub>	Φ <sub>e</sub>	p <sub>e</sub>	Δp	p <sub>i</sub>	p <sub>sat</sub> (Θ <sub>si</sub> )	Θ <sub>si, min</sub>	Θ <sub>i</sub>	f <sub>Rsi</sub>
Siječanj	-1.1	0.87	485	810	1376	1720	15.1	20.0	0.77
Veljača	1.6	0.83	569	745	1389	1736	15.3	20.0	0.74
Ožujak	6.0	0.77	720	567	1343	1679	14.8	20.0	0.63
Travanj	10.8	0.74	958	373	1368	1710	15.0	20.0	0.46
Svibanj	15.6	0.75	1329	178	1525	1906	16.7	20.0	0.26
Lipanj	18.7	0.76	1638	53	1696	2120	18.4	20.0	-
Srpanj	20.4	0.76	1821	0	1821	2276	19.6	20.0	-
Kolovoz	19.5	0.79	1790	20	1812	2265	19.5	20.0	-
Rujan	15.8	0.82	1471	170	1658	2073	18.1	20.0	0.54
Listopad	10.4	0.84	1059	389	1487	1858	16.3	20.0	0.62
Studeni	5.2	0.87	769	599	1429	1786	15.7	20.0	0.71
Prosinac	0.6	0.89	568	786	1432	1790	15.8	20.0	0.78

\* kritični mjeseci

Dozvoljeni f<sub>Rsi</sub> = 0.66

Izračunati f<sub>Rsi</sub> = 0.78

Ne zadovoljava

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Primjer iz računalnog programa:  
Izoliran zid

Popis građevnih dijelova			
Proračun prolaska topline			
Proračun prolaska topline - U			
U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U (W/m2K) (tablica 5., tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama) građevni dio:			
U = 0,24 [W/m2K] <= U max = 0,45 [W/m2K]			
Zadovoljava			
Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
1.08 Šuplj blokovi od gline	0,480	25,000	0,521
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	3,000	0,030
3.27 Polimerno-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,010
Knauf Insulation FKDS (stari naziv PTP 035)	0,036	12,000	3,333
3.27 Polimerno-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,010
3.16 Silikatna žbuka	0,900	0,200	0,010

Popis građevnih dijelova

Proračun prolaska topline

Proračun difuzije

Proračun difuzije:

Površinska vlažnost

Unutarnja kondenzacija

Proračun količine vlage

Mjesec	$\theta_e$	$\Phi_e$	$p_e$	$\Delta p$	$p_i$	$p_{sat}(\theta_{si})$	$\theta_{si, min}$	$\theta_i$	$f_{Rsi}$
Siječanj	-1,1	0,87	485	810	1376	1720	15,1	20,0	0,77
Veljača	1,6	0,83	569	745	1389	1736	15,3	20,0	0,74
Ožujak	6,0	0,77	720	567	1343	1679	14,8	20,0	0,63
Travanj	10,8	0,74	958	373	1368	1710	15,0	20,0	0,46
Svibanj	15,6	0,75	1329	178	1525	1906	16,7	20,0	0,26
Lipanj	18,7	0,76	1638	53	1696	2120	18,4	20,0	-
Srpanj	20,4	0,76	1821	0	1821	2276	19,6	20,0	-
Kolovoz	19,5	0,79	1790	20	1812	2265	19,5	20,0	-
Rujan	15,8	0,82	1471	170	1658	2073	18,1	20,0	0,54
Listopad	10,4	0,84	1059	389	1487	1858	16,3	20,0	0,62
Studeni	5,2	0,87	769	599	1429	1786	15,7	20,0	0,71
Prosinac	0,6	0,89	568	786	1432	1790	15,8	20,0	0,78

\* kritični mjeseci

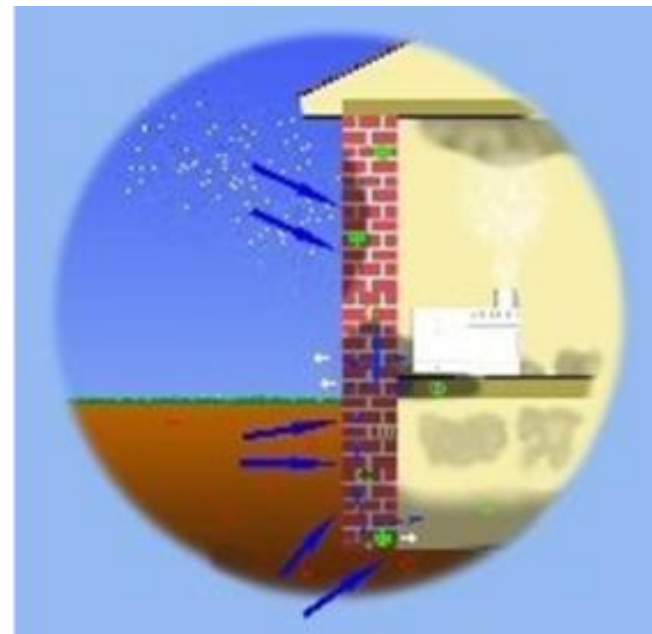
Dozvoljeni  $f_{Rsi} = 0,94$

Izračunati  $f_{Rsi} = 0,78$

Zadovoljava

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

**Vlaga** je čimbenik koji najviše **smanjuje kvalitetu** građevnih dijelova zgrade i njenih konstruktivnih elemenata  
(studije ukazuju da je kod problema sa zgradama, u **70% slučajeva direktni ili indirektni uzročnik vlaga**)



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

Posljedice su dobro poznate,

- nastanak mikroorganizama (gljivica i plijesni), bubrenje i otpadanje boje i žbuke sa zidova, nedozvoljeno vlaženje građevnog elementa.
- uzroci **često nisu prepoznati.**



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare



Površinska kondenzacija i problemi s difuzijom vodene pare kod novih, još neuseljenih objekata

ako je zgrada „zatvorena“ prije potpunog isušivanja građevinske vlage zaostale u materijalima konstrukcija i obloga.

# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

- Prirodni proces izmjene topline i vlage između unutarnjeg i vanjskog prostora ne može se potpuno zaustaviti.
- Građevne dijelove zbog toga treba projektirati na način da se osigura ispravan **fizikalni proces**.
- ISPRAVAN FIZIKALNI PROCES neće dopustiti kondenzaciju vodene pare u građevnom dijelu ili na njemu u mjeri koja može izazvati građevinsku štetu.



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

## Difuzija vlage:

Do difuzije vodene pare kroz porozne građevinske elemente dolazi uvijek kada postoji razlika u parcijalnim tlakovima vodene pare s dvije strane tog elementa, a proces se odvija u smjeru nižeg parcijalnog tlaka.

Intenzitet difuzije, osim o veličini te razlike, ovisi i o karakteristikama i strukturi građevnog materijala od kojeg je element napravljen.

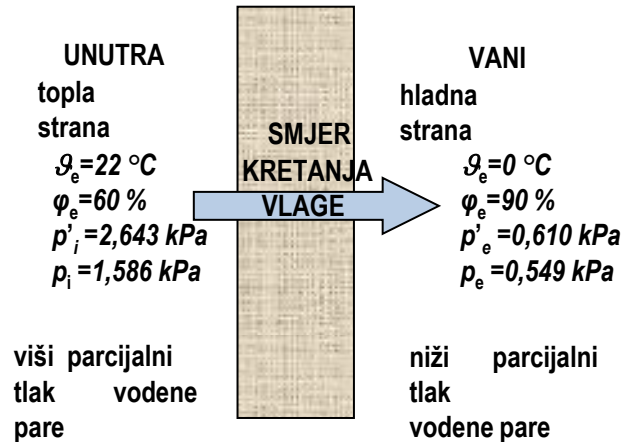
U literaturi se često koristi i faktor otpora difuziji vodene pare,  $\mu$ , koji je također ovisan o vrsti materijala, a definira se kao omjer koeficijenta difuzijske vodljivosti vodene pare za dani materijal i koeficijenta difuzijske vodljivosti vodene pare za zrak:

Približne vrijednosti faktora otpora difuziji vodene pare za neke odabrane materijale

Materijal	Gustoća $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$
Puna opeka od gline	1800	5/10
Klinker opeka	1900	5/10
Puna fasadna opeka od gline	1800	5/10
Šuplja fasadna opeka od gline	1200	5/10
Prirodni kamen	2000	50
Šuplji blokovi od betona	1000	5/15
Šuplji blokovi od laganog betona	500	5/10
Armirani beton	2500	80/130
Beton s laganim agregatom	2000	6/10
Porobeton	1000	6/10
Cementna žbuka	2000	15/35
Vapnena žbuka	1600	6/10
Gipsana žbuka	1500	6/10
Lagana žbuka	1300	15/20
Toplinsko-izolacijska žbuka	400	5/20
Sanacijska žbuka	1400	6/35
Cementni mort	2000	15/35
Cementni estrih	2000	50
Gipskartonske ploče	900	8
Keramičke pločice	2300	200
Bitumenska traka s uloškom staklenog voala	1100	50 000
Polimerna hidroizolacijska traka na bazi PVC-P	1200	100 000
Polimerna hidroizolacijska traka na bazi PIB	1600	300 000
Polimerna hidroizolacijska traka na bazi CR	1300	100 000
Polimerna hidroizolacijska traka na bazi VAE	1300	200 000
Lomljevina ekspandiranog pluta	≤ 200	3
Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	≤ 1700	3
Mineralna vuna (MW)	30 - 200	1
Ekspandirani polistiren (EPS)	15 - 30	60
Čvrsta poliuretanska pjena (PUR)	≥ 30	60
Fenolna pjena (PF)	≥ 30	50
Ekspandirano pluto (ICB)	80 - 500	5/10
Drvena vlakanca (WF)	110 - 450	5/10



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare

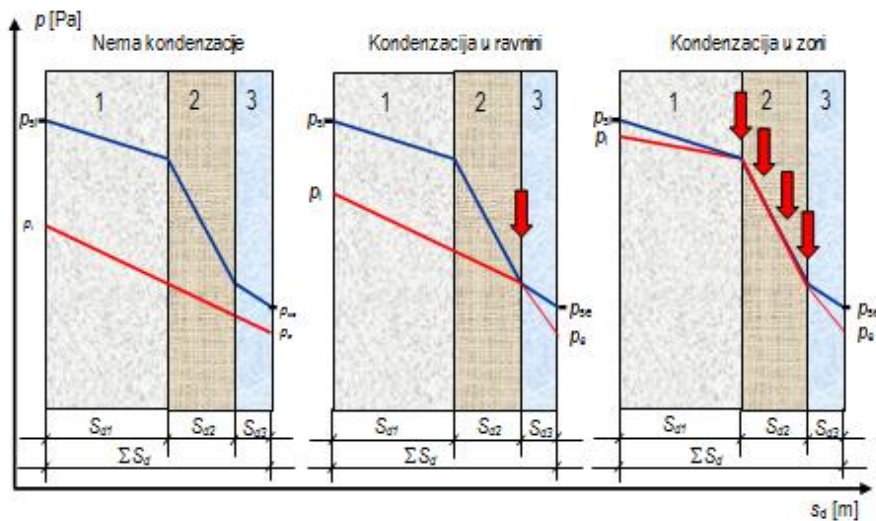


Princip difuzije vodene pare kroz građevne elemente

Jednadžba difuzije vodene pare kroz građevinski element je osnova za proračun toka vodene pare koji difuzijom prolazi kroz građevinske elemente. Međutim, kod proučavanja transporta vodene pare kroz elemente građevina, nije od tolike važnosti količina vlage koja difundira kroz građevinski element, već odgovor na pitanje: **da li prilikom njenog prolaska kroz element na određenim mjestima unutar građevinskog elementa dolazi do pojave njezine kondenzacije?** Naime, difuzija vodene pare kroz građevinske elemente nije sama po sebi štetna jer nema bitne negativne posljedice po karakteristike i svojstva elementa. Tek kondenzacijom vodene pare u slojevima elemenata dolazi do degradacije njihovih toplinsko-izolacijskih svojstava i mogućnosti oštećenja građevine.



# Posljedice unutarnje i površinske kondenzacije vodene pare



Različiti slučajevi stanja vlage u presjecima građevinskih elemenata

Ako krivulja parcijalnih tlakova vodene pare ni na jednom mjestu unutar građevinskog elementa ne presijeca krivulju tlakova zasićenja, tada za dane uvjete unutar građevinskog elementa ne dolazi do kondenzacije difundirane vodene pare.

Ako se krivulje presijecaju unutar građevnog dijela, doći će do kondenzacije vodene pare i to na cijelom području presijecanja (kondenzacija u ravnini ili kondenzacija u zoni).

# Koncept određivanja sastava građevnih dijelova

- kod višeslojnih vanjskih elemenata zgrade relativni otpori difuziji vodene pare pojedinih slojeva elementa moraju se smanjivati idući u smjeru iz unutrašnjosti prema van. Što je neki građevinski element više u suprotnosti s ovim pravilom, to je veća vjerojatnost kondenzacije difuzijske vodene pare u tom elementu.

Osim vanjskih klimatskih faktora (temperatura i relativna vlažnost zraka) glavni utjecajni parametri koji su odgovorni za pojavu unutrašnje površinske kondenzacije i razvoj gljivica u prostorijama su:

- kvaliteta postavljene toplinske izolacije vanjskih obodnih elemenata zgrade (iznos toplinskog otpora, prisutnost toplinskim mostova, geometrija i unutrašnji površinski otpor)
- interna produkcija vlage koja utječe na temperaturu rosišta na unutrašnjoj površini zida
- unutarnja temperatura zraka u prostoriji. Niža je temperatura zraka u prostoriji u pravilu kritičnija, posebno za prostorije sa smanjenim, isprekidanim grijanjem ili u negrijanim prostorijama gdje vodena para može ući iz susjednih grijanih prostorija.
- sustav grijanja koji utječe na gibanje zraka i temperaturnu raspodjelu.

Pojava plijesni u posljednjem se desetljeću znatno pojačala. Pritom se smatra da su uzrok **tomu suviše zabrtvljeni prozori (posebno izraženo nakon nestručnih rekonstrukcija zgrada, "nedišuća" toplinska izolacija i/ili nepropusni slojevi vanjskih konstrukcija.**

Vrlo čest uzrok je promjena postojećih otvora, bez prethodne toplinske sanacije vanjskih zidova. Uzrok leži u promjeni „fizike” zgrade, odnosno značajnog povećanja unutarnje relativne vlažnosti prostora, uz istovremeno značajno smanjenje optoka zraka uz unutarnje površine (isušenje površinske vlage)!

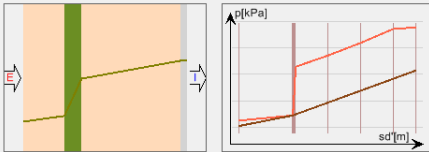
- Bez parne brane:

**Proračun difuzije:**

Površinska vlažnost:  Unutarnja kondenzacija:  Proračun količine vlage:

**Odaberite mjesec za izračun unutarnje kondenzacije:**

Naziv materijala	$\Theta_n$	$\rho_{\text{rat}}(\Theta_n)$	$\rho$	$s_d$	$\mu$	$d$
Vanjski zrak	-1,1	557				
Rse	-0,8	572	485			
1.07 Šuplja fasadna opeka od gline	1,0	654	654	0,96	8,00	12,000
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	2,9	750	657	0,01	1,00	0,833
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	4,8	857	660	0,01	1,00	0,833
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	6,7	978	663	0,01	1,00	0,833
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	8,5	1113	665	0,01	1,00	0,833
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	10,4	1265	668	0,01	1,00	0,833
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	12,3	1434	671	0,01	1,00	0,833
1.10 Šupji blokovi od gline	14,2	1616	862	0,58	6,00	9,667
1.10 Šupji blokovi od gline	16,0	1819	1053	0,58	6,00	9,667
1.10 Šupji blokovi od gline	17,8	2043	1244	0,58	6,00	9,667
3.03 Vapneno-cementna žbuka	18,0	2064	1376	0,40	20,00	2,000
Rsi						
Unutarnji zrak	20,0	2337				



Proračun difuzije:			
Površinska vlažnost	Unutarnja kondenzacija	Proračun količine vlage	
Mjesec	g <sub>a1</sub>	M <sub>a1</sub>	
Prosinac	0.08059		0.08059
Stječanj	0.08193		0.16252
Veljača	0.02886		0.19138
Ožujak	-0.09390		0.09748
Travanj	-0.22610		0.00000
Svibanj	0.00000		0.00000
Lipanj	0.00000		0.00000
Srpanj	0.00000		0.00000
Kolovoz	0.00000		0.00000
Rujan	0.00000		0.00000
Listopad	0.00000		0.00000
Studeni	0.00000		0.00000

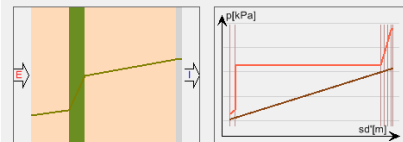
**- S parnom branom:**

### Zadovoljstvo

Naziv materijala	$\lambda$ [W/mK]	d [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbukica	1.000	2.000	0,020
1.10 Šuplji blokovi od gline	0.420	29.000	0,690
5.14 Polietilenska folija 0.25 mm	0.500	0.025	0,010
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	0.035	5.000	1,429
1.07 Šuplja fasadna opeka od gline	0.550	12.000	0,210
		R <sub>si</sub> =	0,130
		R <sub>se</sub> =	0,040
		RT =	2,530

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Naziv materijala	$B_n$	$p_{yk}(B_n)$	p	sd	$\mu$	d
Vanjski zrak		-1.1	557			
Rie		-0.8	572	485		
1.07 Šuplja fasadna opeka od gline		1.0	654	515	0.96	8.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		2.8	749	516	0.01	1.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		4.7	856	516	0.01	1.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		6.6	976	516	0.01	1.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		8.5	1110	516	0.01	1.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		10.4	1261	517	0.01	1.00
Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162		12.3	1429	517	0.01	1.00
5.14 Polietilenska folija 0.25 mm		12.4	1437	1308	25.00	400000.00
1.10 Šupli blokovi od gline		14.2	1619	1327	0.58	6.00
1.10 Šupli blokovi od gline		16.0	1821	1345	0.58	6.00
1.10 Šupli blokovi od gline		17.9	2044	1363	0.58	6.00
3.03 Vapneno-cementna izbuka		18.0	2065	1376	0.40	20.00
Rai						
Unutarnji zrak		20.0	2337			



Mjesec	9e1	M <sub>91</sub>
Siječanj	0.00000	0.00000
Veljača	0.00000	0.00000
Ožujak	0.00000	0.00000
Travanj	0.00000	0.00000
Svibanj	0.00000	0.00000
Lipanj	0.00000	0.00000
Spanj	0.00000	0.00000
Kolovoz	0.00000	0.00000
Rujan	0.00000	0.00000
Listopad	0.00000	0.00000
Studen	0.00000	0.00000
Prosinac	0.00000	0.00000

# Koncept određivanja sastava građevnih dijelova

- posljedice:



# Koncept određivanja sastava građevnih dijelova

Za sprječavanje difuznog prodiranja vodene pare iz grijanih prostora u sloj toplinske izolacije i sprječavanje stvaranja kondenzata u toplinskoj izolaciji (odnosno njegovog svođenja na dozvoljeni minimum), kao i sprječavanja kondenzacije vodene pare na unutrašnjim površinama koriste se

**paronepropusne folije – parne brane.**

Parne brane su materijali s velikim difuznim otporom. Analogno pojmu toplinske izolacije za ove se materijale može reći da su difuzni izolatori. Parne brane mogu biti potpune (metali, staklo) ili djelomične (sintetske i sintetsko-bitumenske trake).

Ispravan je položaj parne brane uvijek na toplijoj strani sloja toplinske izolacije. Parne je brane potrebno proračunati. Pri tomu se iznos potrebnog otpora difuziji vodene pare određuje prema očekivanom opterećenju pritiskom vodene pare. Veličina difuznog otpora parne brane mora biti znatno veća od otpora hidroizolacijskog sloja.

Ispitivanja su pokazala da kroz šupljinu (pukotinu) širine 1mm, duljine 1,0 metar, dnevno može ući oko 2,50 litara vode!

Trenutni najveći problem prilikom pristupanja rekonstrukcijama je nepoštivanje zakonske regulative. Posljedica toga je "stihijski" pristup bez jasno razvijene strategije "energetske obnove RH".

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08, 89/09) je jasan:

### III. TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA RACIONALNU UPORABU ENERGIJE I TOPLINSKU ZAŠTITU PRILIKOM REKONSTRUKCIJE POSTOJEĆIH ZGRADA

#### Članak 31.

(1) Tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu koje treba ispuniti prilikom projektiranja rekonstrukcije postojećih zgrada određuju se za slučajeve rekonstrukcije:

1. kojom se postojeća zgrada dograđuje i / ili nadograđuje, tako da se ploština korisne površine zgrade, koja se grije na temperaturu višu od 12 °C, poveća za više od 50 m<sup>2</sup>,

**2. kojom se obnavljaju, djelomično ili potpuno zamjenjuju građevni dijelovi zgrade koji su dio omotača grijanog dijela zgrade, te ako ti radovi obuhvaćaju najmanje po 25 % površine svakog građevnog dijela, ili najmanje 75 % omotača grijanog dijela zgrade,**

3. kojom se obnavljaju samo pojedini građevni dijelovi zgrade iz omotača grijanog dijela zgrade na površini većoj od 25 %,

4. kojom se negrijana zgrada ili njezin dio ploštine korisne površine veće od 50 m<sup>2</sup> prenamjenjuje u prostor koji se grije na temperaturu višu od 12 °C.

(2) Kod vanjskih zidova i ostakljenih elementa pročelja površina od 25% iz prethodnog stavka odnosi se pojedinačno na svaku geografsku orijentaciju tog građevnog dijela, odnosno elementa.

#### Članak 32.

**(1) Prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada iz članka 31. stavka 1. točke 1. ovoga Propisa na dograđeni i/ili nadograđeni dio postojeće zgrade primjenjuju se zahtjevi ovoga Propisa koji se odnose na nove zgrade.**

**(2) Prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada iz članka 31. stavka 1. točke 2. ovoga Propisa na rekonstruiranu postojeću zgradu primjenjuju se zahtjevi ovoga Propisa koji se odnose na nove zgrade.**

(3) Prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada iz članka 31. stavka 1. točke 3. ovoga Propisa, koeficijent prolaska topline,  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)], čitavog građevnog dijela na kojem je proveden građevinski zahvat ne smije biti viši od vrijednosti utvrđenih u tablici 5. iz Priloga »C« ovoga Propisa.

(4) Prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada iz članka 31. stavka 1. točke 4. ovoga Propisa, dokaz ispunjenja zahtjeva iz ovoga propisa može se provesti na način da se:

1. na rekonstruiranu zgradu primijene zahtjevi ovoga Propisa koji se odnose na nove zgrade ili

2. na pojedine građevne dijelove rekonstruirane zgrade primijeni ograničenje koeficijenata prolaska topline,  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)], utvrđenih u tablici 5. iz Priloga »C« ovoga Propisa.

(5) Prilikom rekonstrukcije postojeće zgrade iz članka 31., kod koje se obnavljaju, djelomično ili potpuno zamjenjuju prozori, balkonska vrata, krovni prozori, odnosno prozirni elementi pročelja, uz zahtjeve iz stavka 3. ovoga članka, oni moraju ispuniti i zahtjeve iz članaka 15., 16. i 17., te članka 20. stavka 2.



# " SIMPTOMI" NEDOVOLJNE TOPLINSKE ZAŠTITE U ZGRADAMA

- veća potrošnja energije u odnosu na objekte (slične) u neposrednoj blizini ili u sličnim klimatskim uvjetima
- osjećaj nedovoljne topline u prostoriji u kojoj se zimi dosta grije, naglo hlađenje kuće po prestanku grijanja
- nepodnošljiva toplota u nekoj prostoriji tijekom ljeta
- vlaga, plijesan, gljivice na zidovima, uglovima ili iznad prozora i vanjskih vrata



- pukotine u građevnim dijelovima i žbukama



# Vanjski zidovi

➤ Prema Zakonu, građevina mora zadovoljavati određene bitne (temeljne) zahtjeve – mehaničku otpornost i stabilnost, zaštitu od požara, higijenu, zdravlje i zaštitu okoliša, sigurnost u korištenju, zaštitu od buke te uštedu energije i toplinsku zaštitu.

➤ Prema nacrtu novog Zakona o gradnji uvodi se i sedmi temeljni zahtjev:

## *Temeljni zahtjevi za građevinu*

### **Članak 8.**

(1) Temeljni zahtjevi za građevinu su temeljni sigurnosni zahtjevi za građevinu i temeljni bitni zahtjevi za građevinu.

(2) Temeljni sigurnosni zahtjevi za građevinu su zahtjevi u pogledu:

- mehaničke otpornosti i stabilnosti,
- sigurnost u slučaju požara,
- higijena, zdravlje i okoliš,
- sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe.

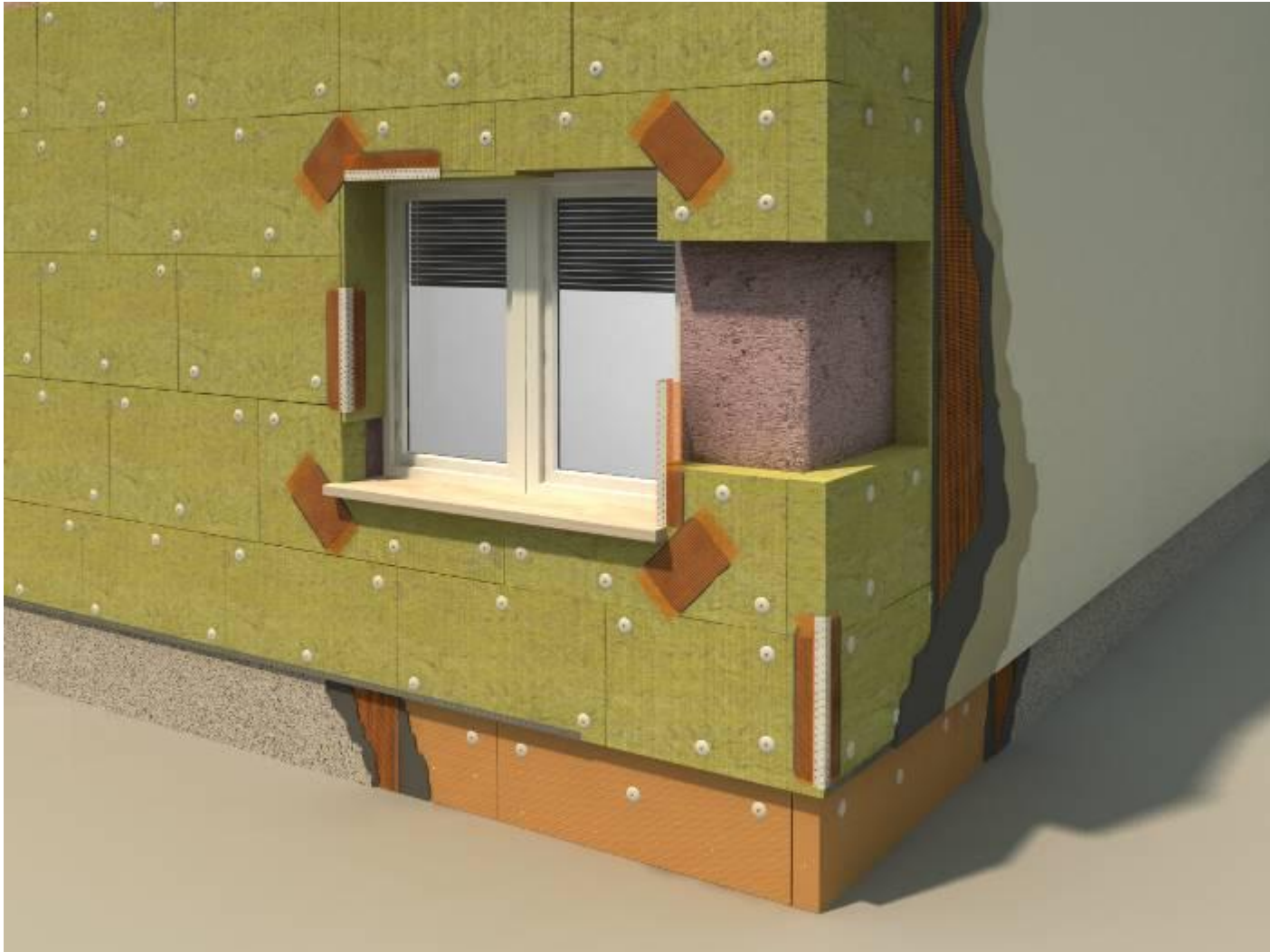
(3) Temeljni bitni zahtjevi za građevinu su zahtjevi u pogledu:

- zaštita od buke,
- gospodarenje energijom i očuvanje topline,
- održiva uporaba prirodnih izvora.

# Vanjski zidovi

- Prema posebnim uvjetima za izradu, ugradnju i obradu pojedinih dijelova objekta, fasade i obodni zidovi moraju biti projektirani i izvedeni tako da osiguraju zaštitu od svih vanjskih oborina i utjecaja, te da osiguraju što veću **uštedu energije i toplinsku zaštitu, zaštitu od buke, požara, odvođenje difuzne pare** itd.
- Element arhitekture – zatvara prostor određene namjene i estetski rješava izgled zgrade
- **Element konstrukcije** – odupire se vanjskim utjecajima i omogućava održavanje odabrane, potrebne mikroklike prostora koji zatvara

## Povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) s toplinskom, zvučnom i protupožarnom zaštitom od kamene vune



# EUROPSKI PROJEKTI



## **BUILD UP Skills Croatia** **CROSKILLS**

**Osposobljavanje radnika u energetskej učinkovitosti**

# BUILD UP Skills

Nova strateška inicijativa u sklopu programa EU Intelligent Energy Europe (IEE) za dopunjavanje postojećih ili pokretanje dodatnog obrazovanja i **osposobljavanja obrtnika i drugih građevinskih radnika te instalatera strojarskih sustava.**

**BUILD UP Skills PILLAR I:** Nacionalna kvalifikacijska platforma i Nacionalne smjernice

- Uključeno **30 zemalja** Europe



**BUILD UP Skills PILLAR II:**

- **Sheme kvalifikacija i provedbe edukacije** temeljem Nacionalnih smjernica razvijenih i postavljenih u PILLAR I

# CROSkills Build Up

## BUILD UP Skills PILLAR I: CROSkills

- CROSkills: 8 partnera
  - Podržalo 19 institucija

Web:

<http://croatia.buildupskills.eu/en>



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



Ministarstvo graditeljstva i  
prostornoga uređenja



Regionalni centar zaštite okoliša  
Hrvatska



Hrvatska obrtnička komora



Graditeljska škola Čakovec



Sveučilište u Zagrebu  
Arhitektonski fakultet



Knauf Insulation d.o.o.

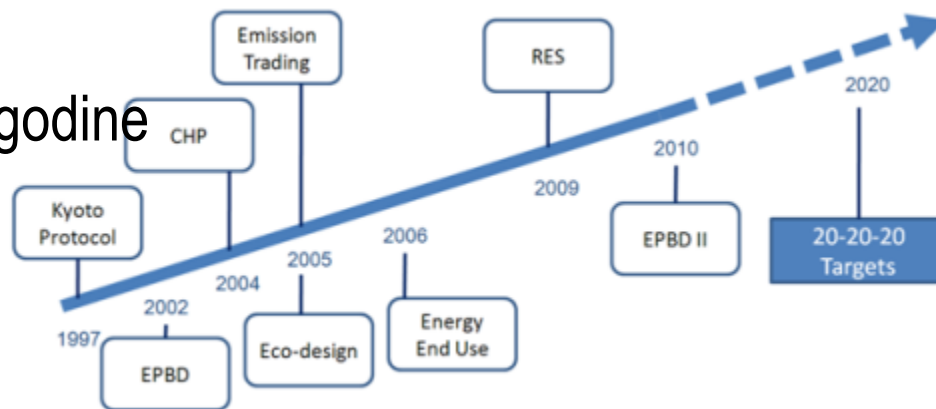


Program Ujedinjenih naroda za  
razvoj -UNDP Hrvatska



## Motivacija:

- EU politika
  - Direktive: EPBD, EPBD II
  - **Ciljevi 20-20-20** do 2020 godine



- **Nedostatak kvalificirane radne snage** potrebne za energetske obnovu i gradnju
- **Nedostatak institucionalnog sustava specijalizirane izobrazbe** i nedostatak potražnje niskoenergetskih zgrada
- **Nedostatak nacionalne rasprave** među mjerodavnim dionicima o potrebama i mogućnostima za građevinske radnike

# Stanje u Hrvatskoj - Educiranost

REDOVITO ŠKOLOVANJE											
	zanimanje	broj učenika koji su pohađali školu između 2006. -2009.					broj učenika koji su pohađali školu između 2009. -2013. (šk.g. 2009./10.,2010./11.,2011./12.,2012./13.)				
		1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno	1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno
graditeljstvo	UKUPNO 4.god.	1102	1023	968	925	4018	1068	1116	1062	1111	4357
	zidar	117	132	140	0	389	104	113	100	0	317
	klesar	17	11	17	0	45	25	27	25	0	77
	dimnjačar	0	0	0	0	0	21	18	12	0	51
	fasader	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	tesar	29	25	37	0	91	48	44	39	0	131
	krovopokrivač	0	1	6	0	7	10	7	6	0	23
	armirač	2	2	1	0	5	0	3	0	0	3
	monter suhe gradnje	55	48	45	0	148	91	80	67	0	238
	podopolagač	5	14	17	0	36	10	6	11	0	27
	keramičar oblogač	148	139	158	0	445	122	127	134	0	383
	rukovatelj samoh.građ.stroj.	133	124	116	0	373	107	102	93	0	302
	mehaničar građ. i rud. stroj.	0	0	0	0	0	7	7	9	0	23
	UKUPNO 3.god.	506	497	537	0	1540	545	534	496	0	1575



➤ Greške pri izvođenju i posljedice:

**U Vukovaru pala fasada sa zgrade**



**U Vukovaru pala fasada sa zgrade**



- Greške pri izvođenju i posljedice:



➤ Greške pri izvođenju i posljedice:

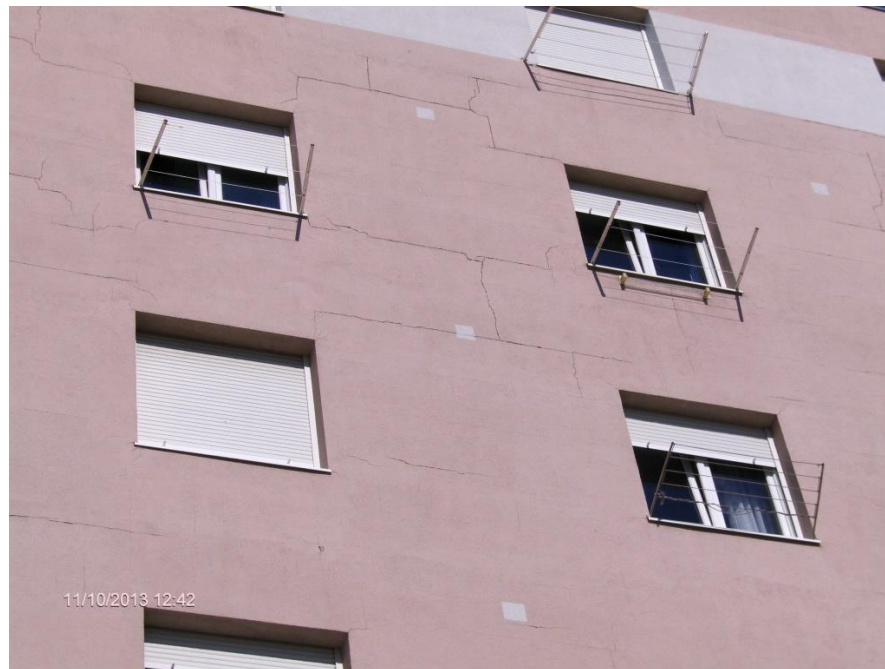




➤ Greške pri izvođenju i posljedice:



➤ Greške pri izvođenju i posljedice:



- Greške pri izvođenju i posljedice:



# EUROPSKI PROJEKTI



## ECO-SANDWICH

ODRŽIVI PREDGOTOVLJENI ZIDNI PANELNI  
SUSTAV OD RECIKLIRANOG AGREGATA





# MOTIVACIJA ZA PROJEKT







# Opredjeljenje kroz inovacije



Korak koji znači promjenu  
u održivosti na području tehnologije veziva

- Revolucionarna, nova tehnologija veziva, bez formaldehida
- Zasnovana na brzo obnovljivim materijama, a ne na kemikalijama na bazi nafte
- Smanjuje izloženost na poslu i emisije tokom proizvodnje
- Smanjuje udar na okoliš kroz smanjenu energiju uključenu u proizvodni proces
- Nudi iste prednosti ostalim proizvodima u kojima zamjena veziva predstavlja prednost

Paneli na bazi drva

Abrazivna sredstva

Materijali izloženi trenju



# PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

EPBD II i EE Directive će utjecati na masovne obnove (i novogradnje) diljem EU, što će utjecati na veću količinu izolacije

**UŠTEDA ENERGIJE**



**MANJE EMISIJE**

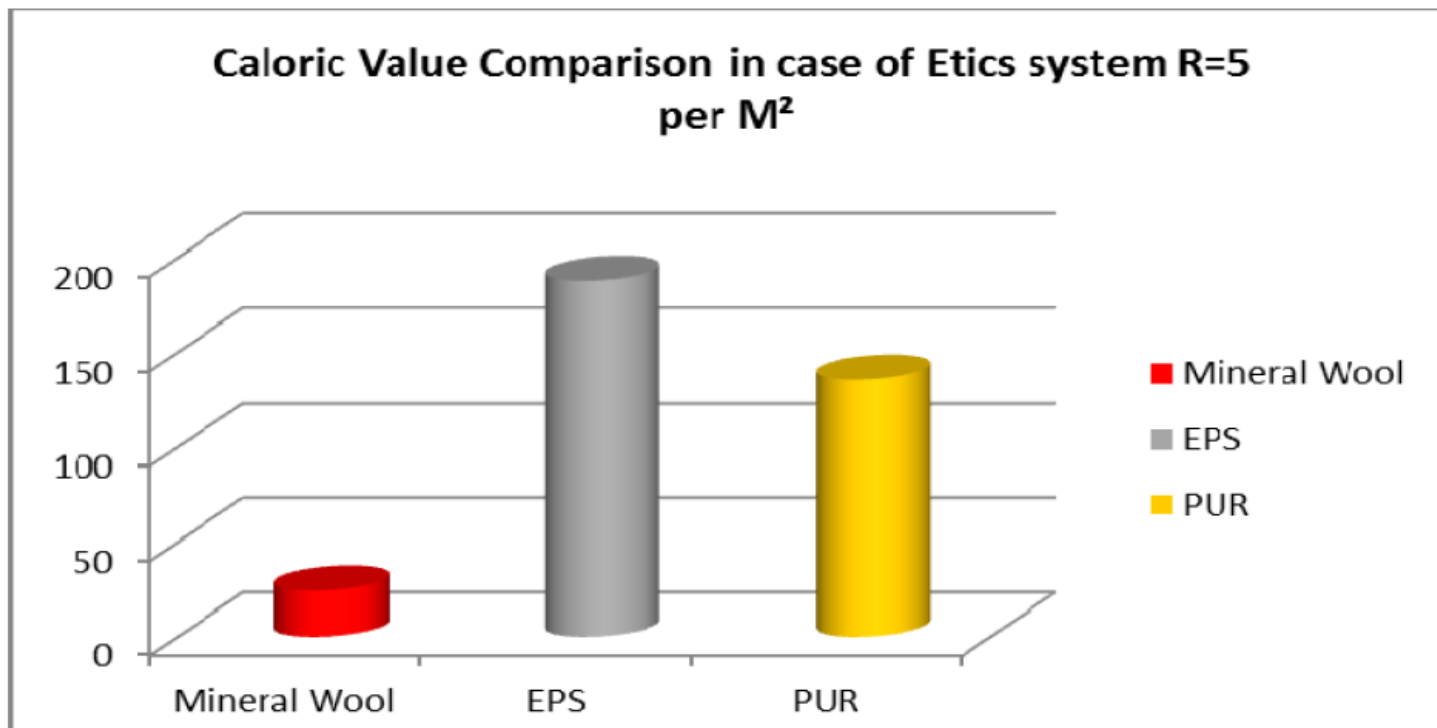


**ZAŠTITA OD POŽARA**



# PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

## Kalorijska vrijednost izolacije



# Zašto brinuti o zaštiti od požara zbog ETICS sustava?

- Količina gorive izolacije na vanjskim zidovima raste: i u m<sup>2</sup> i u debljini
- Tehnologije se razvijaju: žbuka je tanja i organska
- Za vrijeme obnove, zaštita od požara je posebno potrebna
- Deklarirana zaštita od požara se postiže jedino ukoliko građ. praksa osigurava savršenu aplikaciju



# Obnova: potrebna posebna pozornost!

- Gorivi materijali tijekom obnove: izvor rizika od požara
- Nedovršene zgrade nisu u skladu s građevinskim zakonom!
- Požar na Sveučilišnom kampusu u Rijeci tijekom gradnje (travanj 2009.)



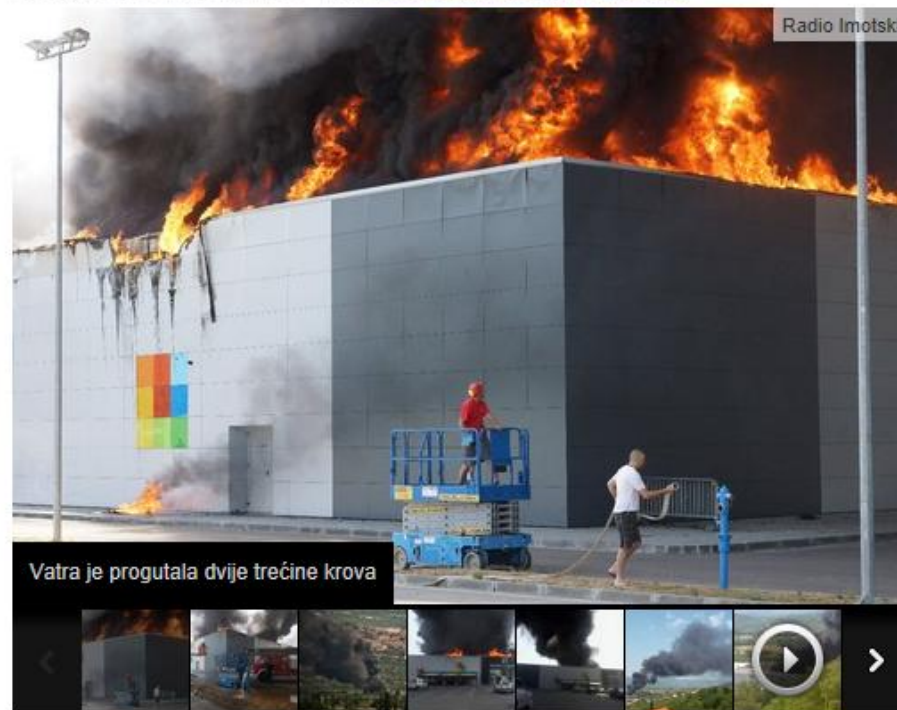


Obnova: potrebna posebna pozornost!

## Nakon požara u šoping centru Imotskim se širi otrovni dim

U požaru je lakše ozlijeđeno devetero ljudi. Neki su pomoć zatražili zbog udisanja otrovnog dima, dok ih je nekoliko ozlijeđeno u naguravanju s policijom

Ponedjeljak, 02. 7. 2012. u 11:35 Piše: [Vedrana Bekavac Šuvar](#), [Igor Zovko](#)



# FNP i požar

- Pokazalo se da vatrogasci imaju problema s gašenjem požara u zgradama s velikim površinama PV panela (zatvoreni sustav)

Photovoltaic's and Fire  
Guide 2011





# FNP i požar



SLOVENSKO ZDRUŽENJE ZA  
POŽARNO VARSTVO

Dunajska cesta 369  
1231 Ljubljana - Črnuče

Tel: 01 514 24 74  
Fax: 01 514 24 75  
GSM: 051 378 109

Smernica SZPV512<sup>©</sup>  
Izdaja 01/12

Smernica SZPV 512

Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn

➤ Posljedice



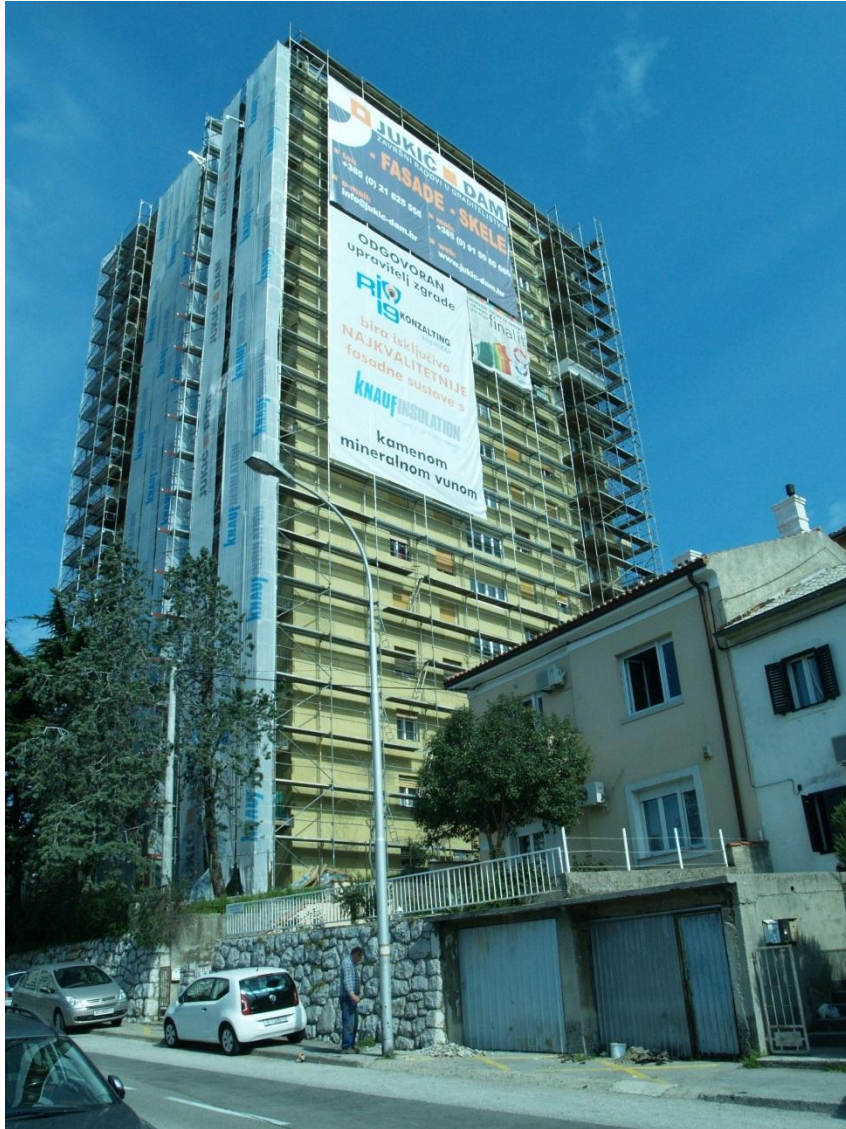
# Izolacija iz stiropora hitro in močno gori



► Požar se po fasadi, izdelani iz stiropora, širi izjemno hitro.

Pred kratkim so na Zavodu za gradbeništvo Slovenije (ZAG) izvedli praktični preizkus širjenja požara po fasadi, obloženi z izolacijo iz ekspandiranega po-

listirena (po domače stiroporne plošče). Ta obloga zadnja leta postaja priljubljen način toplotne izolacije starejših blokov. Ugotovili so, da je uporaba stiropora brez izboljšanih požarnih lastnosti dopustna le pri fasadah enodružinskih hiš in za stavbe do višine desetih metrov, a le pod pogojem, da lahko gasilci hitro intervenirajo. Zaradi možnosti razmeroma hitrega širjenja požara po tako lahko gorljivi izolaciji fasade mora biti pri višjih stavbah tak izolacijski sloj večkrat prekinjen z negorljivo izolacijo. Stavbe, višje od 22 metrov, pa morajo imeti izolacijo izdelano zgolj iz negorljivih materialov. »Prav praktični preskus širjenja požara iz spodnjega v zgornje nadstropje nam je dal odgovor, ki ga bomo uporabili pri našem nadaljnjem preventivnem ozaveščanju,« je povedal predsednik Slovenskega združenja za požarno varstvo Leon Pajek. ●





# OSNOVE PROTUPOŽARSTVA

Za razvoj vatre (požara) potrebna su tri elementa:

goriv (zapaljiv) materijal – kao papir, drvo, benzin i sl.

kisik – obavezno prisustvo

izvor topline – može biti plamen, iskra, koncentrirati izvor svjetla i sl.

Ukoliko jedan od tih elemenata nedostaje nema opasnosti od razvoja požara.

Budući da je kisik uvijek u većoj ili manjoj mjeri prisutan u zraku, a izvor topline je obično uzrokovan slučajno, jedini čimbenik koji možemo kontrolirati je gorivost materijala, odnosno odabir materijala.



### Faza 1. – početna faza

Uključuje pred-zapaljenje (tinjanje) i stadij kada se vatra počinje širiti i kada je produkcija topline relativno niska.

Faza završava kada dolazi do zapaljenja materijala (gorivog).

Vrlo važna faza za razvoj požara

### Faza 2. - Razvoj (rast)

Počinje s “flashoverom” (razbuktavanjem) gdje dolazi do “uključenja” svih goriva i naglog porasta prijenosa i temperature koja može prijeći i 1000 °C.

U ovoj fazi materijali s većom otpornošću na požar imaju manji doprinos razvoju požara.

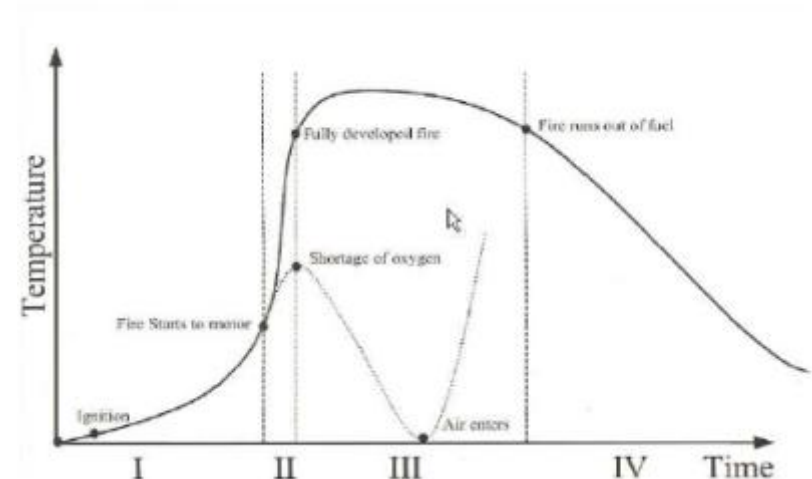
Najopasnija faza požara kako za korisnike tako i za gasitelje.

### Faza 3. - potpuno razvijen požar

Gotovo stacionarna faza koja traje do nedostatka goriva

### Faza 4. – faza opadanja

Nestajanje goriva i opadanje temperature



# Klasifikacija građevnih proizvoda s obzirom na reakciju na požar - Eurorazredi

Sustav Euroklasa (Euro razreda) dan je direktivom 2000/147/EC –  
klasifikacija proizvoda s obzirom na reakciju na požar

Proizvodi su podijeljeni u sedam razreda: A1, A2, B, C,D,E,F.

Kategorija A1 sadrži negorive materijale, većinom na osnovi kamena i stakla

Kategorija E su materijali koji reagiraju na vatru

Kategorija F sadrži materijale koji nisu ispitani.

U skladu s Eurorazredima postoje sljedeće dvije klasifikacije:

- DIM – proizvodi se klasificiraju oznakama od s1 do s3: s1 proizvodi otpuštaju najmanje dima, dok s3 emitiraju najviše. Razina dima u prostoru uzrokuje problem glede evakuacije i spašavanja. Ujedno je i najčešći uzrok smrti žrtava požara
- GORUĆE KAPLJEVINE (KAPLJICE) – (burning droplets) – proizvodi se klasificiraju od d0 do d2.





Razredi reakcije na požar

A1, A2 – plamen ne može uzrokovati gorenje

B – plamen ne može uzrokovati gorenje, ali postoji mogućnost razvoja požara

C – plamen uzrokuje gorenje unutar 10 i 20 minuta

D – plamen uzrokuje gorenje unutar 2 i 10 minuta

E – plamen uzrokuje gorenje unutar dvije minute

F – nema nikakvu vatrootpornu zaštitu koja bi bila dokazana ispitivanjem

-Oslobađanje dima

s1 – zanemarivo

s2 – slabo

s3 – jako

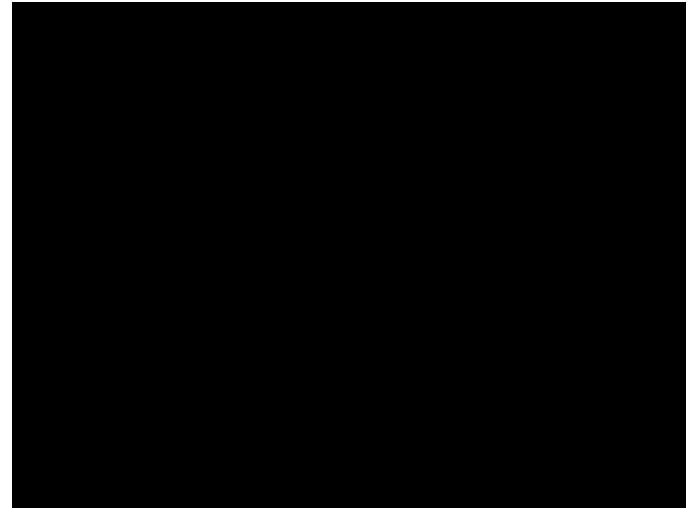
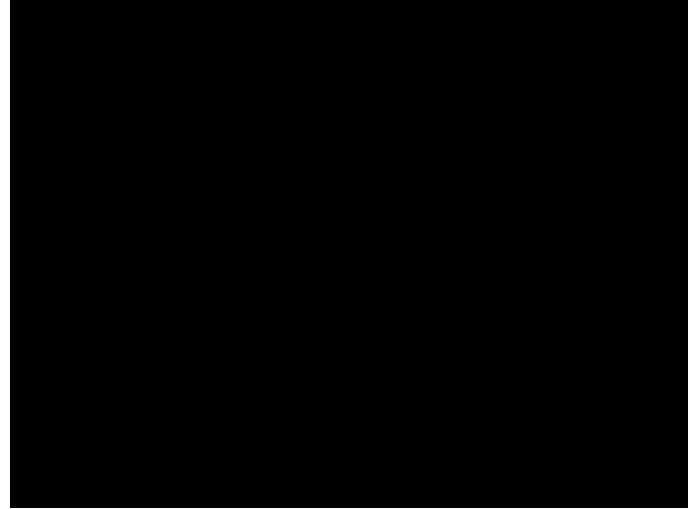
-Oslobađanje gorućih kapljica

d0 – nema oslobađanja kapljica prvih deset minuta

d1 – nema oslobađanja kapljica u intervalu 10s do 10 minuta

d2 – niti d0, niti d1

# PROTUPOŽARNA ZAŠTITA



**P R A V I L N I K**

**o otpornosti na požar i drugim zahtjevima  
koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara**

**I. TEMELJNE ODREDBE**

**Članak 1.**

*(1) Ovim Pravilnikom propisuje se otpornost na požar te drugi zahtjevi koje **građevina mora zadovoljiti u slučaju požara u svrhu sprječavanja širenja vatre i dima unutar građevine, sprječavanja širenja požara na susjedne građevine, omogućavanja da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu, odnosno osiguravanje njihovog spašavanja i zaštite spašavatelja.***

*(2) **Odredbe ovog Pravilnika primjenjuju se kod projektiranja i građenja novih građevina, a na odgovarajući način i kod rekonstrukcija (projektiranja i građenja) kao i održavanja građevina, osim ako nije drugačije propisano posebnim propisom.***

*(3) Kod projektiranja građevina mogu se primijeniti proračunske metode i/ili modeli koji se temelje na provjerenim tehničkim rješenjima i/ili novijim dostignućima na tom području.*

*(4) U slučajevima iz stavka 3. ovog članka, kao i u iznimnim slučajevima, kad se uz odobrenje Ministarstva ispunjenje bitnog zahtjeva dokazuje na drugi način, a koji nije obuhvaćen ovim Pravilnikom, **obavezno je glavnim projektom dokazati da će tako projektirana građevina zadovoljiti bitni zahtjev zaštite od požara najmanje na razini koja bi bila postignuta primjenom odredbi ovog Pravilnika.***

# N.N. br. 29/2013

## PODJELA ZGRADA I GRAĐEVINA U PODSKUPINE PREMA ZAHTJEVNOSTI ZAŠTITE OD POŽARA

### Članak 4.

(1) Prema zahtjevnosti zaštite od požara zgrade se dijele na sljedeće podskupine:

(1) Zgrade podskupine 1 (ZPS 1) su slobodno stojeće zgrade s najmanje tri strane dostupne vatrogascima za gašenje požara s nivoa terena, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan ili jednu poslovnu jedinicu, tlocrtna (bruto) površina do 400,00 m<sup>2</sup> i do ukupno 50 korisnika;

(2) Zgrade podskupine 2 (ZPS 2) su slobodno stojeće zgrade i zgrade u nizu, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže najviše tri stana odnosno najviše tri poslovne jedinice pojedinačne tlocrtna (bruto) površina do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 100 korisnika;

(3) Zgrade podskupine 3 (ZPS 3) su zgrade koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, u kojima se okuplja manje od 300 osoba, a nisu obuhvaćene stavkom 1. ili 2. ovog članka;

(4) Zgrade podskupine 4 (ZPS 4) su zgrade koje sadrže do četiri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 11,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan odnosno jednu poslovnu jedinicu bez ograničenja tlocrtna (bruto) površina ili više stanova odnosno više poslovnih jedinica pojedinačne tlocrtna (bruto) površina do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 300 korisnika;

(5) Zgrade podskupine 5 (ZPS 5) su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, a koje nisu razvrstane u podskupine ZPS 1, ZPS 2, ZPS 3 i ZPS 4, kao i zgrade koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža, zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično) te zgrade u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), i/ili imaju pojedinačne prostore u kojima se može okupiti više od 300 osoba;

(6) Visoke zgrade su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi iznad 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, uporabom auto-mehaničkih ljestvi, odnosno auto-teleskopske košare ili zglobne platforme.

(2) U pogledu traženih mjera zaštite od požara podzemne građevine iz članka 3. stavka 2. ovog Pravilnika razvrstavaju se u podskupinu 5 (ZPS 5), osim u slučaju kad je ovim Pravilnikom ili posebnim propisom propisano drugačije.

## PRILOG 2 : REAKCIJA NA POŽAR

- TABLICA 4. Pročelja
- TABLICA 5. Unutarnje zidne obloge i završni slojevi
- TABLICA 6. Građevni proizvodi za podove i stropove
- TABLICA 7. Krovovi
- TABLICA 8. Kanali za dovod zraka, kanali i ventilacijski kanali
- TABLICA 9. Materijali za ispunu sljubnica
- TABLICA 10. Ispune ograda
- TABLICA 11. Dupli i šuplji podovi
- TABLICA 12. Natkrivena parkirališta i garaže

### Članak 47.

Ovaj Pravilnik stupa na snagu 5. travnja 2013. godine.

Broj: 511-01-152-5186-2011

Zagreb, 26. veljače 2013.

Mimistar  
Ranko Ostojić,  
v. r.

(1) Zgrade podskupine 1 (**ZPS 1**) su slobodno stojeće zgrade s najmanje tri strane dostupne vatrogascima za gašenje požara s nivoa terena, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan ili jednu poslovnu jedinicu, tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i do ukupno 50 korisnika;

(2) Zgrade podskupine 2 (**ZPS 2**) su slobodno stojeće zgrade i zgrade u nizu, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže najviše tri stana odnosno najviše tri poslovne jedinice pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 100 korisnika;

(3) Zgrade podskupine 3 (**ZPS 3**) su zgrade koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, u kojima se okuplja manje od 300 osoba, a nisu obuhvaćene stavkom 1. ili 2. ovog članka;

(4) Zgrade podskupine 4 (**ZPS 4**) su zgrade koje sadrže do četiri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 11,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan odnosno jednu poslovnu jedinicu bez ograničenja tlocrtne (bruto) površine ili više stanova odnosno više poslovnih jedinica pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 300 korisnika;

(5) Zgrade podskupine 5 (**ZPS 5**) su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, a koje nisu razvrstane u podskupine **ZPS 1, 2, 3 i 4**, kao i zgrade koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža, zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično) te zgrade u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), i/ili imaju pojedinačne prostore u kojima se može okupiti više od 300 osoba;

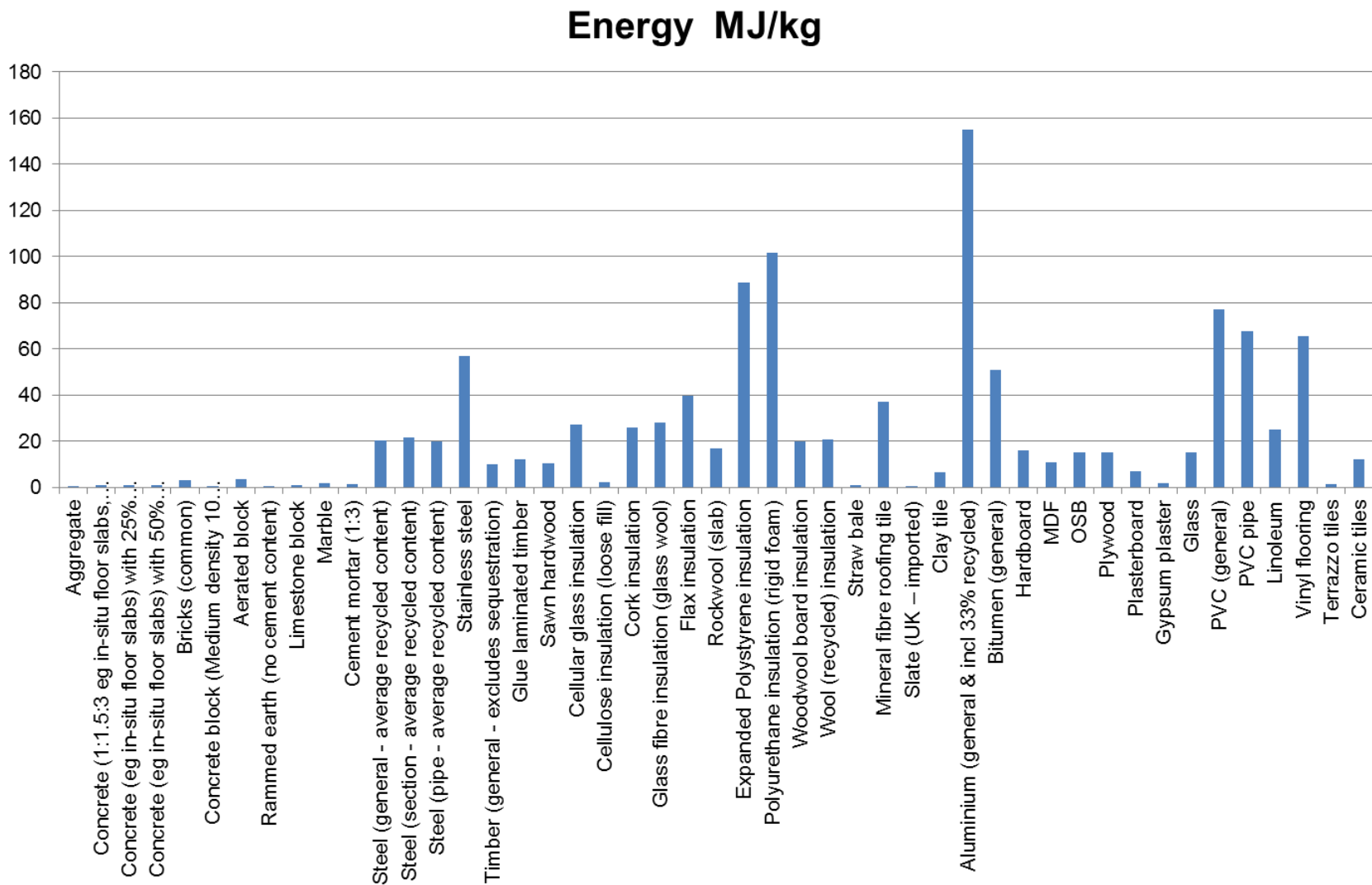
(6) Visoke zgrade su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi iznad 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, uporabom auto-mehaničkih ljestvi, odnosno auto-teleskopske košare ili zglobove platforme.

Građevni dijelovi	Zgrada podskupine (ZPS)					
	ZPS 1	ZPS 2	ZPS 3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
Toplinski kontaktni sustav pročelja						
Klasificirani sustav ili	D	D	D	C -d1	C -d1	A2-d1
Sastav slojeva sa slijedećim klasificiranim komponentama						
-pokrovni sloj	B-d1	B-d1	B-d1	B-d1	B-d1	A2-d1
-izolacijski sloj	E	E	D	B	A2	A2

**TABLICA 7. Krovovi**

Konstrukcija	Zgrada podskupine (ZPS)					
	ZPS 1	ZPS 2	ZPS 3	ZPS 4	ZPS 5	Visoke zgrade
Ravni krovovi						
Gornji sloj debljine od najmanje 5 cm šljunka ili istovrijednog materijala						
– Izolacija (hidroizolavija i slično)	E	E	E	E	D	D
– Toplinska izolacija	E	D	D	A2	A2	A2
Kad gornji sloj ne odgovara prethodnoj točki						
– Izolacija	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	nije dozvo- ljeno
– Toplinska izolacija	E	E	E	A2	A2	
Kosi krovovi						
– Pokrov	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	A2	A2	A2
– Krovna ljepenska i folije	E	E	E	E	E	A2
– Krovna konstrukcija	E	E	E	A2	A2	A2
– Toplinska izolacija	E	D	C	A2	A2	A2

# Embodied energy („Utjelovljena energija“)





# NOVO - KI EXPERT2013

usklađen s  
najnovijim algoritmom za proračun potrebne energije za  
grijanje i hlađenje koji uključuje i strojarski dio proračuna (est.  
Prosinaac 2013.)

**Toplinska zaštita**   **Dokumenti**   **O programu**

**Pomoć**   **Novi projekt**   **Otvori projekt**   **Otvori backup**   **Izvoz projekata**   **Uvoz projekata**   **Izračunaj**   **Izračunaj**

**Postojeći projekti:** Izaberi opciju sortiranja: Datum slazano

**Pomoć**

Dobro došli u aplikaciju: KI Expert 2013. Ukoliko želite kreirati novi projekt kliknite na gumb "Novi projekt" u traci s opcijama. Ukoliko želite otvoriti postojeći projekt koristite traku s opcijama ili jednostavno dvostruko kliknite na željeni projekt iz popisa. Za pomoć u korištenju drugih opcija, molimo vas koristite tipku F1.

**KNAUF INSULATION**  
vrhunac je za toplinsku energiju

**Izdavač programa:** Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike Varaždin, Pavlinska 2, Varaždin (<http://www.foi.unizg.hr/>). Voditelj projekta: Zlatko Stapić, mag.inf., glavni programer: Marko Mijač, mag.inf.

**foi**  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
F A K U L T E T  
O R G A N I Z A C I J E I  
I N F O R M A T I K E  
V A R A Ž D I N

Izdavač i autor ne mogu preuzeti zakonsku niš bilo kakvu drugu odgovornost za netočne informacije i moguće posljedice istih. Izdavač i autor su unaprijed zahvalni za prijedloge, sugestije i ukazane greške u cilju daljnjeg unapređenja računalnog programa.

**Podaci o programu**

**KI Expert 2013** - Računalni program za proračun toplinske zaštite i racionalnu uporabu energije te izradu energetskih certifikata zgrada.

**Izdavač:** Knauf Insulation d.o.o., Varaždinska 140, Novi Marof (<http://www.knaufinsulation.hr/>). Autor programa: Sivo Novak, dipl.ing.građ.

**Podaci o projektu**

**1. Osnovni podaci o projektu**

Naziv projekta	Planirani proračun stambene zgrade
Vrsta projekta	Glavni projekt
Vrsta objekta	Stambena zgrada
Broj zone	1
Datum izrade	29.3.2013.
Grad	Varaždin

**2. Opći podaci o projektu**


Gradivna	Stambena zgrada
Mjesto gradnje	Varaždin
Oznaka Projekta	1/2013
Investitor	Knauf Insulation d.o.o.
Glavni projektant	nepoznat
Projektant elaborata	Autor
Projektantska Tvrtka	Knauf Insulation Projektiranje d.o.o.
Izradio	Autor
Isplanera	Planirano prijedlog za ispunjavanje

**Naziv projekta**  
Naziv projekta koji će se koristiti pri popisu projekata i pri ispisu podataka o projektu.




# Energetski certifikati

PRILOG 1. IZGLED I SADRŽAJ ENERGETSKOG CERTIFIKATA STAMBENIH ZGRADA (PRVA STRANICA)

 <p>prema Direktivi 2002/91/EC</p> <p><b>Energetski certifikat za stambene zgrade</b></p>	<b>Zgrada</b> <input type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća																			
	Vrsta zgrade																			
	K.č. k.o.																			
	Adresa																			
	Mjesto																			
	Vlasnik / investitor																			
	Izvođač																			
	Godina izgradnje																			
	$Q''_{H,nd,ref}$	$kWh/(m^2a)$	Izračun <b>49</b>																	
	<table border="1"> <tr> <td><b>A+</b></td> <td><math>\leq 15</math></td> <td rowspan="7"><b>B</b></td> </tr> <tr> <td><b>A</b></td> <td><math>\leq 25</math></td> </tr> <tr> <td><b>B</b></td> <td><math>\leq 50</math></td> </tr> <tr> <td><b>C</b></td> <td><math>\leq 100</math></td> </tr> <tr> <td><b>D</b></td> <td><math>\leq 150</math></td> </tr> <tr> <td><b>E</b></td> <td><math>\leq 200</math></td> </tr> <tr> <td><b>F</b></td> <td><math>\leq 250</math></td> </tr> <tr> <td><b>G</b></td> <td><math>&gt; 250</math></td> <td></td> </tr> </table>			<b>A+</b>	$\leq 15$	<b>B</b>	<b>A</b>	$\leq 25$	<b>B</b>	$\leq 50$	<b>C</b>	$\leq 100$	<b>D</b>	$\leq 150$	<b>E</b>	$\leq 200$	<b>F</b>	$\leq 250$	<b>G</b>	$> 250$
<b>A+</b>	$\leq 15$	<b>B</b>																		
<b>A</b>	$\leq 25$																			
<b>B</b>	$\leq 50$																			
<b>C</b>	$\leq 100$																			
<b>D</b>	$\leq 150$																			
<b>E</b>	$\leq 200$																			
<b>F</b>	$\leq 250$																			
<b>G</b>	$> 250$																			
<b>Podaci o osobi koja je izdala energetski certifikat</b>																				
Ovlaštena fizička osoba																				
Ovlaštena pravna osoba																				
Imenovana osoba																				
Registarski broj ovlaštene osobe																				
Broj energetskog certifikata																				
Datum izdavanja/rok važenja																				
Potpis																				
<b>Podaci o zgradi</b>																				
$A_K [m^2]$																				
$V_g [m^3]$																				
$f_0 [m^{-1}]$																				
$H_{T,20} [W/(m^2K)]$																				
$Q''_{H,nd,ref} [kWh/(m^2a)]$																				

PRILOG 2. IZGLED I SADRŽAJ ENERGETSKOG CERTIFIKATA NESTAMBENIH ZGRADA (PRVA STRANICA)

 <p>prema Direktivi 2002/91/EC</p> <p><b>Energetski certifikat za nestambene zgrade</b></p>	<b>Zgrada</b> <input type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća																			
	Vrsta zgrade																			
	K.č. k.o.																			
	Adresa																			
	Mjesto																			
	Vlasnik / investitor																			
	Izvođač																			
	Godina izgradnje																			
	$Q_{H,nd,rel}$	%	Izračun <b>49</b>																	
	<table border="1"> <tr> <td><b>A+</b></td> <td><math>\leq 15</math></td> <td rowspan="7"><b>B</b></td> </tr> <tr> <td><b>A</b></td> <td><math>\leq 25</math></td> </tr> <tr> <td><b>B</b></td> <td><math>\leq 50</math></td> </tr> <tr> <td><b>C</b></td> <td><math>\leq 100</math></td> </tr> <tr> <td><b>D</b></td> <td><math>\leq 150</math></td> </tr> <tr> <td><b>E</b></td> <td><math>\leq 200</math></td> </tr> <tr> <td><b>F</b></td> <td><math>\leq 250</math></td> </tr> <tr> <td><b>G</b></td> <td><math>&gt; 250</math></td> <td></td> </tr> </table>			<b>A+</b>	$\leq 15$	<b>B</b>	<b>A</b>	$\leq 25$	<b>B</b>	$\leq 50$	<b>C</b>	$\leq 100$	<b>D</b>	$\leq 150$	<b>E</b>	$\leq 200$	<b>F</b>	$\leq 250$	<b>G</b>	$> 250$
<b>A+</b>	$\leq 15$	<b>B</b>																		
<b>A</b>	$\leq 25$																			
<b>B</b>	$\leq 50$																			
<b>C</b>	$\leq 100$																			
<b>D</b>	$\leq 150$																			
<b>E</b>	$\leq 200$																			
<b>F</b>	$\leq 250$																			
<b>G</b>	$> 250$																			
<b>Podaci o osobi koja je izdala energetski certifikat</b>																				
Ovlaštena fizička osoba																				
Ovlaštena pravna osoba																				
Imenovana osoba																				
Registarski broj ovlaštene osobe																				
Broj energetskog certifikata																				
Datum izdavanja/rok važenja																				
Potpis																				
<b>Podaci o zgradi</b>																				
$A_K [m^2]$																				
$V_g [m^3]$																				
$f_0 [m^{-1}]$																				
$H_{T,20} [W/(m^2K)]$																				
$Q''_{H,nd,ref} [kWh/(m^2a)]$																				

# Ispisi

Postavke ispisa

☒ **Osnovna svojstva**

Izlazna datoteka: C:\Users\novaks\Desktop\1

Komponenta ispisa: Ispis projekta

Elementi ispisa: IspisCijelogProjekta

Format ispisa: Microsoft Word 2007 (.docx)

Ispis zaglavlja i podnožja: Ne

Prikaži nakon stvaranja: Da

Stvori pregled ispisa: Da

## 2.A.1.1. Vanjski zidovi 1 - Z1 - vanjski zid

Opći podaci o građevnom dijelu

A <sub>ext</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>
156,26	40,13	37,81	40,04	31,08	0,00	0,00	3,60	3,60	
Toplinska zaštita:		U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,28 ± 0,60		ZADOVOLJAVA					
Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s pljesni φ <sub>s</sub> ≤ 0,8)		fR <sub>s</sub> = 0,42 ± 0,93		ZADOVOLJAVA					
Unutarnja kondenzacija:		IM <sub>spat</sub> = 0,00		ZADOVOLJAVA					
Dinamičke karakteristike:		386,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,28 ± 0,60		ZADOVOLJAVA					

Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1 3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
2 1.08 Šuplji blokovi od gline	29,000	1100,00	0,480	0,604
3 3.27 Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,010
4 Knauf Insulation FKDS (stari naziv PTP 035)	10,000	115,00	0,036	2,778
5 3.27 Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,010
6 3.16 Silikatna žbuka	0,200	1800,00	0,900	0,010
				R <sub>e</sub> = 0,130
				R <sub>se</sub> = 0,040
				R <sub>τ</sub> = 3,602
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,28		U = 0,28 ≤ U <sub>max</sub> = 0,60		ZADOVOLJAVA
Plošna masa vanjskog građevnog objekta 386,60 [kg/m <sup>2</sup> ]		386,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,28 ± 0,60		ZADOVOLJAVA

**Ispis i dodaci**

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:		Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada							
Odabrani razred vlažnosti:		Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja							
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:		θ <sub>int,spat,H,gr</sub> = 20,00°C							
Siječanj	7,6	0,60	626	502	1178	1473	12,8	20,0	0,42
Veljača	8,2	0,60	652	478	1178	1472	12,7	20,0	0,39
Ožujak	10,5	0,60	761	385	1185	1481	12,8	20,0	0,25
Travanj	13,9	0,59	937	247	1208	1510	13,1	20,0	0,00
Svibanj	18,7	0,59	1272	53	1330	1662	14,6	20,0	0,00
Lipanj	22,5	0,56	1525	0	1525	1907	16,8	20,0	0,00
Srpanj	25,4	0,49	1589	0	1589	1986	17,4	20,0	0,00
Kolovoz	24,9	0,52	1636	0	1636	2046	17,9	20,0	0,00
Rujan	21,4	0,58	1477	0	1477	1847	16,3	20,0	0,00
Listopad	16,9	0,61	1174	126	1312	1640	14,4	20,0	0,00
Studeni	12,3	0,64	915	312	1258	1573	13,8	20,0	0,19
Prosinac	8,9	0,62	707	450	1201	1501	13,0	20,0	0,37
Površinska vlažnost		fR <sub>s</sub> = 0,42 ≤ fR <sub>s,max</sub> = 0,93		ZADOVOLJAVA					

# Ispisi

Ispis projekta		Total: 33
<div>&lt;&lt; &lt; 2 &gt; &gt;&gt;</div>		
<b>Sadržaj</b>		
<a href="#">Iskaznica potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje</a>	4	
<a href="#">A. Neizolirana zgrada_Zagreb - Iskaznica potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje</a>	4	
<a href="#">1. Tehnički opis</a>	6	
<a href="#">1.1. Podaci o lokaciji objekta</a>	6	
<a href="#">1.2. Namjena zgrade i podjela u toplinske zone</a>	7	
<a href="#">1.3. Zona 1 - Neizolirana zgrada_Zagreb</a>	7	
<a href="#">1.3.1. Geometrijske karakteristike zgrade</a>	7	
<a href="#">1.3.2. Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada</a>	7	
<a href="#">1.3.3. Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade</a>	9	
<a href="#">1.3.4. Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)</a>	9	
<a href="#">1.3.5. Sustav grijanja i energent za grijanje zgrade</a>	9	
<a href="#">NEIZOLIRANA ZGRADA_ZAGREB</a>	11	
<a href="#">2.A. Neizolirana zgrada_Zagreb - Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu</a>	11	
<a href="#">2.A.1. Proračun građevnih dijelova zgrade</a>	11	
<a href="#">2.A.2. Vanjski otvori (HRN EN ISO 10077-1:2000)</a>	16	
<a href="#">2.A.3. Proračun toplinskih mostova (HRN EN ISO 14683)</a>	17	
<a href="#">2.A.4. Ukupni transmisijski gubici</a>	17	
<a href="#">2.A.4.1. Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade</a>	17	
<a href="#">2.A.4.2. Gubici topline kroz vanjske otvore</a>	18	
<a href="#">2.A.4.3. Proračun građevnih dijelova u kontaktu s tlom (HRN EN ISO 13370)</a>	18	
<a href="#">2.A.4.3.1. Tablični pregled definiranih gubitaka kroz tlo</a>	18	
<a href="#">2.A.4.3.2. Podovi na tlu</a>	18	
<a href="#">...</a>	..	

# Ispisi

## 3. Program kontrole i osiguranja kvalitete

Program kontrole i osiguranja kvalitete izrađen je na temelju Zakona o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07 i dop.).

Prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji (NN RH br. 76/07 i dop.) građevni proizvodi smiju se staviti u promet (i koristiti za građenje) samo ako su uporabivi, tj. ako imaju takva svojstva da građevina u koju će se ugraditi ispuniti bitne zahtjeve, a jedan od tih je i ušteda energije i toplinska zaštita.

Građevni proizvodi se uporabiv, ako su njegova tehnička svojstva sukladna svojstvima u određenim normom na koju upućuje tehnički propis, tehničko dopuštenje ili tehnički propis.

Uporabivost građevnog proizvoda dokazuje se Potvrdom o sukladnosti građevnog proizvoda ili Izjavom o sukladnosti proizvoda, koje se izdaju nakon provedbe odnosno osiguranja provedbe postupka ocjenjivanja sukladnosti tehničkih svojstava proizvoda s tehničkim svojstvima u određenim za taj proizvod tehničkom specifikacijom ili tehničkim propisom.

Proizvođač, odnosno dobavljač proizvoda, dužan je prije stavljanja u promet, odnosno ugradnje građevnog proizvoda, izdati tehničke upute koje moraju sadržavati podatke značajne za ugradnju i upotrebu građevnog proizvoda.

Tehničke upute i podaci moraju biti pisani latiničnim pismom na hrvatskom jeziku, tako da su distributeru i korisniku razumljive.

Građevni proizvod za kojeg je izdana isprava o sukladnosti označava se znakom sukladnosti.

Građevni proizvod ne smije se stavljati u promet niti distribuirati bez tehničke upute i znaka sukladnosti.

Distributer građevnog proizvoda dužan je osigurati da tehnička svojstva, odnosno uporabivost građevnog proizvoda tijekom njegove distribucije ostanu nepromijenjena.

Od strane izvođača radova OBAVEZNA je dostava certifikata (Potvrda o sukladnosti), odnosno Izjave o sukladnosti za sve ugrađene toplinsko-izolacijske materijale i toplinske sustave, zajedno s pratećim certifikatima i Izjavama o sukladnosti (dobivenima od proizvođača). Ukoliko dolazi do promjene toplinsko-izolacijskih materijala, zamijenjeni materijali moraju po svemu biti u skladu sa svojstvima danima u ključu za obilježavanje projektom predviđenih toplinsko-izolacijskih materijala.

Kontrolni postupak ispitivanja obuhvaća i vizualni pregled dopremljenih građevinskih materijala i izvedenih radova koji bi u svemu trebali biti izvedeni prema pravilima struke, odnosno prema zahtjevanim hrvatskim normama.

Tehnička svojstva građevnih proizvoda koji se ugrađuju u građevinu u svrhu uštede toplinske energije i toplinske zaštite moraju ispunjavati zahtjeve iz hrvatskih normi ili moraju imati tehnička dopuštenja donesena u skladu s relevantnim zakonom.

Vrste građevnih proizvoda su:

- toplinsko-izolacijski materijali
- samonosivi sendvič-izolacijski paneli s obostranim metalnim slojem
- zidovi i proizvodi za zidanje.

Prije ugradnje u građevinu mora se ispitati (dokazati) vrijednost koeficijenta toplinske provodljivosti toplinsko-izolacijskih materijala, kako bi se dobivenim vrijednostima provjerilo zadovoljenje zahtjeva iz tablice 4 (Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti,  $\lambda [W/(m \cdot K)]$  i približne vrijednosti faktora otpora difuziji vodene pare  $\mu (-)$ ) u Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08 i dop.).

Propustljivost zraka i vode kod prozora i balkonskih vrata ne smije biti veća od vrijednosti utvrđenih normom HRN EN 1026:2001.

Kod ugradnje toplinsko-izolacijskih materijala za prohodne krovove potrebno je provjeriti da izolacijski materijali zadovoljavaju minimalnu čvrstoću za prohodne krovove.

POPIS HRVATSKIH NORMI I DRUGIH TEHNIČKIH SPECIFIKACIJA KOJE UPUĆUJU NA ZAHTJEVE KOJE U VEZI S TOPLINSKOM ZAŠTITOM, TREBAJU ISPUNITI TOPLINSKO-IZOLACIJSKI GRAĐEVNI PROIZVODI ZA ZGRADE:

### HRN EN 13169:2002

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od ekspaniranog perlit (EPB) -- Specifikacija (EN 13169:2001)

### HRN EN 13169/A1:2004

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od ekspaniranog perlit (EPB) -- Specifikacija (EN 13169:2001/A1:2004)

### HRN EN 13169/AC:2007

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od ekspaniranog perlit (EPB) -- Specifikacija (EN 13169:2001/AC:2005)

### HRN EN 13170:2002

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od ekspaniranog pluta (ICB) -- Specifikacija (EN 13170:2001)

### HRN EN 13170/AC:2007

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od ekspaniranog pluta (ICB) -- Specifikacija (EN 13170:2001/AC:2005)

### HRN EN 13171:2002

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od drvenih vlakana (WF) -- Specifikacija (EN 13171:2001)

### HRN EN 13171/A1:2004

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od drvenih vlakana (WF) -- Specifikacija (EN 13171:2001/A1:2004)

### HRN EN 13171/AC:2007

Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade -- Tvomički izrađeni proizvodi od drvenih vlakana (WF) -- Specifikacija (EN 13171:2001/AC:2005)

### HRN EN 13172:2002

Toplinsko-izolacijski proizvodi -- Vrednovanje sukladnosti (EN 13172:2001)

### HRN EN 13172/A1:2005

Toplinsko-izolacijski proizvodi -- Vrednovanje sukladnosti (EN 13172:2001/A1:2005)

### HRN EN 13499:2004

Toplinsko-izolacijski proizvodi za primjenu u zgradarstvu -- Povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi ekspaniranog polistirena -- Specifikacija (EN 13499:2003)

### HRN EN 13500:2004

Toplinsko-izolacijski proizvodi za primjenu u zgradarstvu -- Povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi mineralne vune -- Specifikacija (EN 13500:2003)

### HRN EN 1745:2003

Zidovi i proizvodi za zidanje -- Metode određivanja računskih toplinskih vrijednosti (EN 1745:2002)

### HRN EN 14509:2004

Samonosivi sendvič-izolacijski paneli s obostranim metalnim slojem -- Tvomički izrađeni proizvodi

## Napomena za ugradnju materijala za toplinsku, zvučnu i protupožarnu izolaciju:

### Zidovi:

- kao dodatna toplinska zaštita zidova izvodi se ETICS-sustav (povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju) s toplinskom izolacijom od ploča ili lamela od kamene vune koji po svemu mora zadovoljavati uvjete HRN EN 13500. Sve radove na izvedbi sustava izvesti u skladu s uputama proizvođača (distributera) sustava i pravilima struke. Lamele se na zidove lijepu punoplošno, a ploče linijski po rubovima i točkasto po sredini (ca. 40% površine ploče), polimerno-cementnim ljepilom za lijepljenje proizvoda od kamene vune (paropropusnost) debljine ne veće od 0,5 cm. U slučaju postojanja neravnina zidova većih od normama dozvoljenih, izravnavanje izvršiti slojem lagane ili produžne podložne žbuke. Lamele se ne trebaju dodatno pričvrstiti pričrscicama, osim u iznimnim slučajevima (iznad 22 m, izrazito vjetroviti i izrazito trusna područja). Preko sloja izolacije nanosi se ljepilo u debljini od približno 3,00 mm u koje se utiskuje staklena, alkalno-otporna mrežica. Sistemom „moko na suho“ nanosi se sljedeći sloj ljepila debljine 2,00 mm. Nakon minimalno 7-10 dana sušenja nanosi se sloj za izjednačavanje vodopojnosti (impregnacijski predpremaz) preko kojeg se nanosi završni sloj na osnovu silikata ili silikona. Alternativa lamelama kamene vune mogu biti ploče kamene vune koje se lijepu linijski po rubovima i točkasto po sredini, uz obaveznu primjenu mehaničkih spojnica po shemi „W“ (vidi smjernice proizvođača). Prednost ploča kamene vune je nešto povoljnija vrijednost koeficijenta toplinske provodljivosti ( $\lambda$  W/mK).



## 77

# Ispisi



Industija termičkih, akustičkih i protupožarnih izolacija d.o.o.

TROŠKOVNIČKI OPISI

## TROŠKOVNIČKI OPISI

*U daljnjem tekstu navedeni su troškovnički opisi primjene toplinsko-izolacijskih materijala od kamene i staklene vune, te XPS-a, proizvođača Knauf Insulation d.o.o. Novi Marof*



Industija termičkih, akustičkih i protupožarnih izolacija d.o.o.

TROŠKOVNIČKI OPISI

## SADRŽAJ

### **1.0 VANJSKI ZIDOVI**

- 1.1 [ETICS SUSTAV S LAMELAMA OD KAMENE VUNE \(FKL\)](#)
- 1.2 [ETICS SUSTAV S PLOČAMA OD KAMENE VUNE \(FKD S\)](#)
- 1.3 [SUSTAV TOPLINSKE IZOLACIJE PODNOŽJA GRAĐEVINE](#)
- 1.4 [TOPLINSKA IZOLACIJA ŠPALETA OTVORA](#)
- 1.5 [SUSTAV KONTAKTNE DEBELOSLOJNE FASADE](#)
- 1.6 [SUSTAVI PROVJETRAVANIH FASADA](#)

### **2.0 KOSI KROVOVI IZNAD GRIJANIH PROSTORA**

- 2.1. [IZOLACIJA KROVNE KOSINE](#)
- 2.2. [IZOLACIJA KROVNE KOSINE IZNAD ROGOVA \(„TERMOTOP“\)](#)
- 2.3. [IZOLACIJA IZNAD MASIVNE STROPNE PLOČE](#)

### **3.0 RAVNI KROVOVI IZNAD GRIJANIH PROSTORA**

- 3.1. [KLASIČNI RAVNI KROVOVI – DVA SLOJA JEDNAKE GUSTOĆE TOPLINSKE IZOLACIJE](#)
- 3.2. [KLASIČNI RAVNI KROVOVI NA ARM. BET. KONSTRUKCIJI – DVA SLOJA RAZLIČITE GUSTOĆE TOPLINSKE IZOLACIJE](#)
- 3.3. [KLASIČNI RAVNI KROVOVI – KAMENA VUNA + XPS](#)
- 3.4. [KLASIČNI RAVNI KROVOVI S TOPLINSKOM IZOLACIJOM U NAGIBU](#)

### **4.0 MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE**

- 4.1. [POD NA TLU](#)
- 4.2. [POD NA MEĐUKATNOJ KONSTRUKCIJI](#)
- 4.3. [STROP PREMA NEGRIJANOM PROSTORU](#)
- 4.4. [PROHODNA TERASA – KLASIČNI RAVNI KROV](#)
- 4.5. [PROHODNA TERASA – INVERZNI RAVNI KROV](#)

### **5.0 MONTAŽNE KONSTRUKCIJE UNUTARNJEG UREĐENJA**

- 5.1 – 5.3. [PREGRAĐNI ZIDOVI](#)
- 5.4. [SPUŠTENI STROP](#)



# 1. Algoritam za izračun energetske svojstva zgrada

*Algoritam za izračun energetske svojstva zgrada* objavljen je na mrežnim stranicama Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja (<http://www.mgipu.hr>) i uključuje:

1. Algoritam za izračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora
2. Prilog 2. s proračunom koeficijenta prolaska topline za stambeno-poslovnu zgradu
3. Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode)
4. Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi)
5. Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
6. Algoritam za određivanje energetske učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (energetski zahtjevi za rasvjetu)

## Druga stranica energetskeg certifikata:

Klimatski podaci	
Klimatski podaci (kontinentalna ili primorska Hrvatska)	
Broj stupanj dana grijanja SD [Kd/a]	
Broj dana sezone grijanja Z [d]	
Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja $\bar{\theta}_e$ [°C]	
Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja $\theta_{int}$ [°C]	

Podaci o termotehničkim sustavima zgrade	
Način grijanja zgrade (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	
Izvori energije iz kojih se koristi za grijanje i pripremu potrošne tople vode	
Način hlađenja (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	
Izvori energije iz kojih se koristi za hlađenje	
Vrsta ventilacije (prirodna, prisilna bez ili s povratom topline)	
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	
Udio obnovljivih izvora energ. u potrebnoj toploj energiji za grijanje [%]	

<b>Energetske potrebe</b>					
	Za referentne klimatske podatke		Za stvarne klimatske podatke		Zahtjev
	<b>Ukupno [kWh/a]</b>	<b>Specifično [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	<b>Ukupno [kWh/a]</b>	<b>Specifično [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	Dopušteno [kWh/m <sup>2</sup> a]      Ispunjeno DA/NE
Q <sub>he,og</sub>					
Q <sub>he,W</sub>					
Q <sub>he,IS</sub>					
Q <sub>he,IS</sub>					
Q <sub>tr,Trn</sub>					
Q <sub>prim</sub>					
CO <sub>2</sub> [kg/a]					

Objašnjenja:

☐ obavezna ispunjena
 ☒ ispunjava se opcijski

Građevni dio zgrade	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)],	$U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)],	Ispunjeno DA/NE
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, potkrovlju			
Ravni i kosikrovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema potkrovlju			
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu			
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže			
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0 °C			
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozimi elementi pročelja			
Vanjska vrata s neprozirnim vratnim kilom			

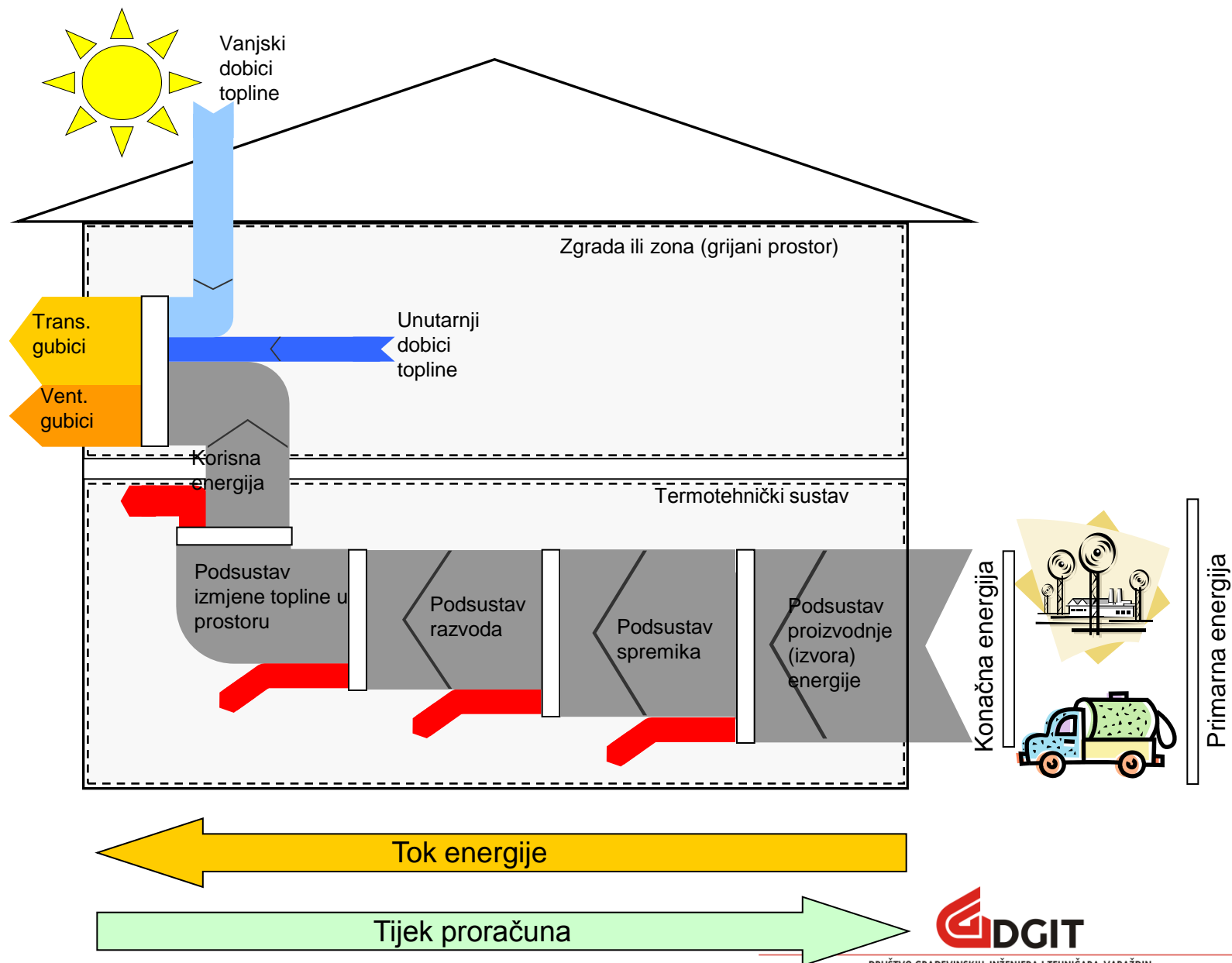
Objašnjenja: ☐ obavezna ispun

Energetske potrebe						
	Za referentne klimatske podatke		Za stvarne klimatske podatke		Zahtjev	
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/m²a]	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/m²a]	Dopušteno [kWh/m²a]	Ispunjeno DA/NE
$Q_{H,nd}$						
$Q_W$						
$Q_{H,ls}$						
$Q_{W,ls}$						
$Q_H$						
$E_{del}$						
$E_{prim}$						
$CO_2$ [kg/a]						

Objašnjenje: ☐ obavezna ispunja ☒ ispunjava se opcijski

$Q_{H,nd}$ [kWh/a],
$Q_W$ [kWh/a],
$Q_{H,ls}$ [kWh/a],
$Q_{W,ls}$ [kWh/a],
$Q_H$ [kWh/a],
$E_{del}$ [kWh/a],
$E_{prim}$ [kWh/a],
$CO_2$ [kg/a]

1. Godišnje potrebna toplinska energija za grijanje
2. Godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne vode
3. Godišnji toplinski gubici sustava grijanja
4. Godišnji toplinski gubici sustava za zagrijavanje potrošne vode
5. Godišnja potrebna toplinska energija
6. Godišnja isporučena energija zgradi
7. Godišnja primarna energija
8. Godišnja emisija  $CO_2$

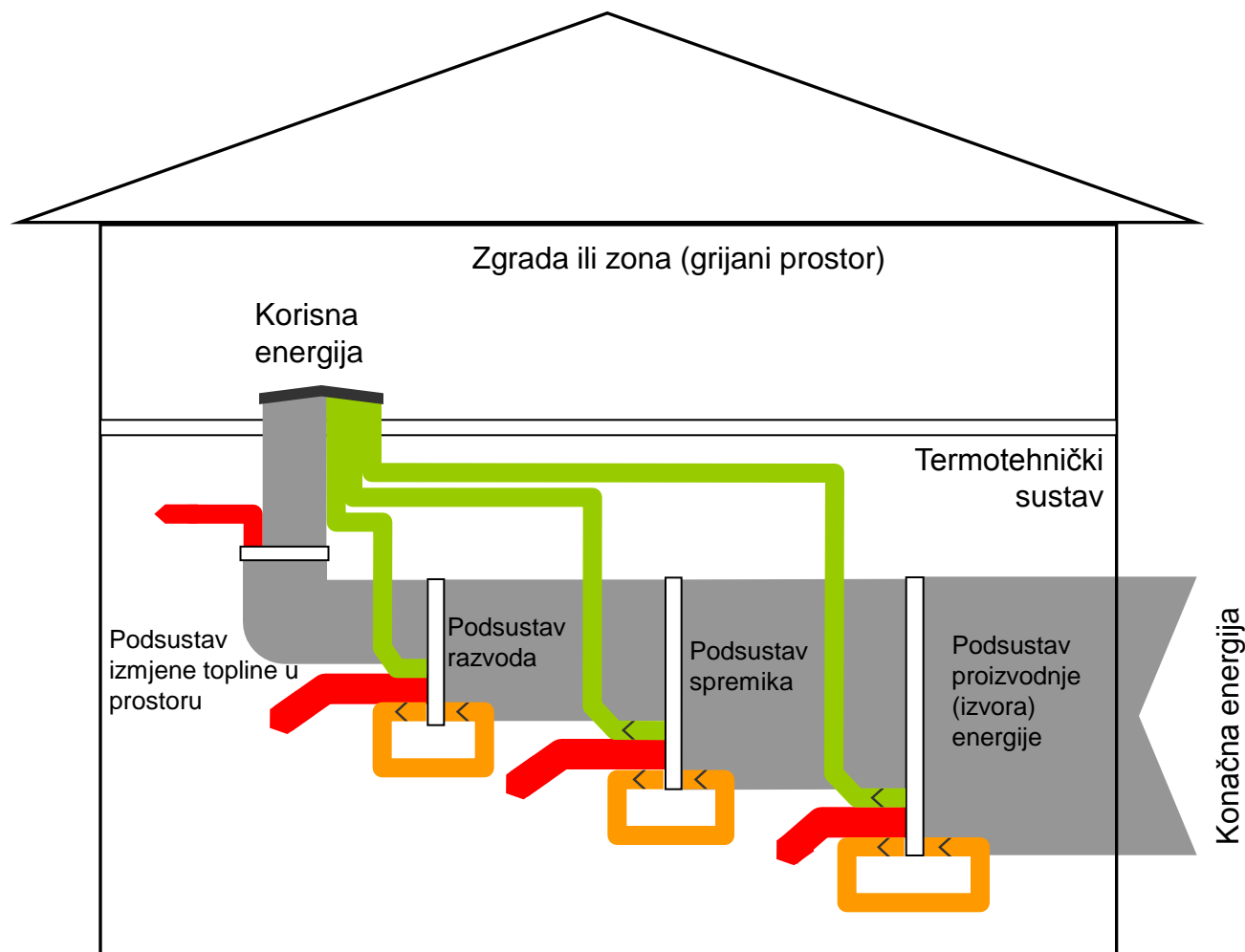


## Gubici topline tehničkih sustava:

Toplinski gubici  
sustava iskoristivi  
unutar podsustava

Toplinski gubici  
sustava iskoristivi  
unutar zgrade

Neiskoristivi  
toplinski gubici  
sustava



## *V. ENERGETSKO CERTIFICIRANJE ZGRADE*

### Energetsko certificiranje nove zgrade

#### Članak 17.

(2) Energetski certifikat nove zgrade izdaje se temeljem **podataka iz glavnog projekta u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu**, završnog izvješća nadzornog inženjera o izvedbi građevine i pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine.

(3) Ako izvješće i/ili izjava iz stavka 2. ovoga članka ukazuju na odstupanja od glavnog projekta koja imaju utjecaja na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu, dodatni podaci za izradu energetskog certifikata utvrđuju se uvidom u relevantnu dokumentaciju na gradilištu, te po potrebi očevitom na zgradi.



# Energetsko certificiranje nove zgrade

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (N.N. 110/08 i dop.)

HRN EN 13790:2008 – Energijska svojstva zgrada – Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora

Daje algoritam proračuna Godišnje potrebne toplinske energije za stvarne klimatske podatke,  $Q_{H,nd}$  (kWh/a), odnosno računski određene količine topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne tem<sub>i</sub>

*Pojmovi*

Članak 2.

19. *stvarni klimatski podaci* jesu klimatski podaci dobiveni statističkom obradom prema meteorološkoj postaji najbližoj lokaciji zgrade;

Energetski razred jest indikator energetske svojstva zgrade koji se za stambene zgrade izražava preko godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za **referentne klimatske podatke** svedene na jedinicu ploštine korisne površine zgrade  $A_{kr}$ , a za nestambene zgrade preko relativne vrijednosti godišnje potrebne toplinske energije za grijanje.

# Primjer proračuna

Stambena zgrada u Varaždinu (negrijano stubište)

## DIMENZIJE:

- tlocrt 37,00 X 14,00 m (suteran + prizemlje + I kat)
- oplošje grijanog dijela zgrade  $A = 2557,70 \text{ m}^2$
- obujam grijanog dijela zgrade  **$V_e = 589,00 \text{ m}^3$**
- ploština korisne površine:  **$1884,80 \text{ m}^2$**
- ploština pročelja:  $1.680,76 \text{ m}^2$
- ploština prozora:  $108,07 \text{ m}^2$
- pretpostavljena unutarnja temperatura:  **$20^\circ\text{C}$**
- toplinski mostovi: nekatalogizirani detalji toplinskih mostova

Gubici: transmisijski i gubici prirodnim provjetravanjem

Dobici kroz ostakljene dijelove otvora, unutarnji dobici

## ZIDOVI:

Blok opeka 29,00 cm, ab okvir + 10,00 cm t.i. od ploča kamene vune

## KROVOVI

neprohodni krov 15,00 cm t.i. od ploča kamene vune

POD NA TLU (8,00 cm t.i. od ploča kamene vune)

## OTVORI:

prozori  $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

ulazna vrata  $2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

## Primjer proračuna

Tablica 1.1 (temeljem HRN EN 13790 Tablica G.12 i DIN V 18599-10) Unutarnje proračunske temperature

Vrsta prostora	Sezona grijanja zimi $\vartheta_{int}$ , °C	Kontinentalna Hrvatska – sezona hlađenja $\vartheta_{int}$ , °C	Primorska Hrvatska – sezona hlađenja $\vartheta_{int}$ , °C
Obiteljske kuće	20	22	24
Stambene zgrade	20	22	24
Uredi	20	22	24
Obrazovne zgrade	20	22	24
Bolnice	22	22	24
Dječji vrtići	22	22	24
Domovi umirovljenika	22	22	24
Restorani	20	22	24
Trgovine	20	22	24
Sportski objekti	18	22	24
Bazeni	28	26	26

Svojstva	
[-] <b>Promjena podataka</b>	
[+] Osnovni podaci o projektu	
[+] Podaci o gradovima	
[+] Podaci o zonama	
[-] Definirane zone	Broj zona: 1
[-] Stambena zgrada	
Naziv zone	<b>Stambena zgrada</b>
Namjena zone	Stambeni dio
Utjecaj toplinskih most	<b>Toplinski mostovi nisu ka</b>
Način grijanja	<b>Etažno</b>
A	2557,70
Ve	<b>5890,00</b>
Broj etaža	<b>3</b>
V	4476,40
Korisnički unos Ak	Ne
Ak	1884,80
fo	0,43
Vrsta prostora	<b>Stambene zgrade</b>
G <sub>int,set,H</sub>	20,00
G <sub>int,set,C</sub>	22,00
Φ <sub>i</sub>	50,00
G <sub>e,mj,min</sub>	-1,30
Φ <sub>e</sub>	77,00
Ukupna površina proče	1680,76
Površina prozora	108,06
Učeeće otvora	6,43
Vrsta obnovljive energij	
Učeeće obnovljive ene	0,00
Naziv zgrade	<b>Višestambena zgrada</b>
Lokacija zgrade	<b>Varaždin, kontinentalna k</b>
[+] Opći podaci o projektu	

**Vrsta prostora**  
 Definira vrstu prostora prema unutarnjim proračunskim temperaturama zone.

# Primjer proračuna - u slučaju da se radi o nestambenoj zgradi (Dom umirovljenika):

Svojstva

- Promjena podataka
  - Osnovni podaci o projektu
  - Podaci o gradovima
  - Podaci o zonama
    - Definirane zone Broj zona: 1
      - Dom umirovljenika
        - Naziv zone Dom umirovljenika
        - Namjena zone Nestambeni dio
        - Utjecaj toplinskih mostova Toplinski mostovi nisu ka
        - Način grijanja Etažno
        - A 2557,70
        - Ve 5890,00
        - Broj etaža 3
        - V 4476,40
        - Korisnički unos Ak Da
        - Ak 0,00
        - fo 0,43
        - Vrsta prostora Ostalo (ručni unos)
        - θ<sub>int,set,H</sub> 20,00
        - θ<sub>int,set,C</sub> 22,00
        - Φi 50,00

Svojstva

- Promjena podataka
  - Osnovni podaci o projektu
  - Podaci o gradovima
  - Podaci o zonama
    - Definirane zone Broj zona: 1
      - Dom umirovljenika
        - Naziv zone Dom umirovljenika
        - Namjena zone Nestambeni dio
        - Utjecaj toplinskih mostova Toplinski mostovi nisu ka
        - Način grijanja Etažno
        - A 2557,70
        - Ve 5890,00
        - Broj etaža 3
        - V 4476,40
        - Korisnički unos Ak Da
        - Ak 0,00
        - fo 0,43
        - Vrsta prostora Domovi umirovljenika
        - θ<sub>int,set,H</sub> 22,00
        - θ<sub>int,set,C</sub> 22,00
        - Φi 50,00

Rezultati proračuna Energeti i CO<sub>2</sub> Primarna energija

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	fo [m <sup>-1</sup> ]	0,43
Ve [m <sup>3</sup> ]	5890,00	Ak [m <sup>2</sup> ]	0,00
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	129580,90		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	1915,38		
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	22,00	Q <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	20,27
H <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Qi [MJ]	523553,80	Qs [MJ]	71491,09
Qj [MJ]	0,00	Qg [MJ]	71491,09

Rezultati proračuna Energeti i CO<sub>2</sub> Primarna energija

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	fo [m <sup>-1</sup> ]	0,43
Ve [m <sup>3</sup> ]	5890,00	Ak [m <sup>2</sup> ]	0,00
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	157174,10		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	1915,38		
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	26,68	Q <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	20,27
H <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Qi [MJ]	523553,80	Qs [MJ]	71491,09
Qj [MJ]	0,00	Qg [MJ]	71491,09

Razlika: 21%

# Primjer proračuna – KI Expert2013

Rezultati proračuna

Energenti i CO2

Primarna energija

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	f <sub>o</sub> [m <sup>-1</sup> ]	0,43
V <sub>e</sub> [m <sup>3</sup> ]	5890,00	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	1884,80
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	71595,79		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	12997,36		
Q'' <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	37,99	Q'' <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63,35
H' <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H' <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Q <sub>I</sub> [MJ]	523553,80	Q <sub>s</sub> [MJ]	71491,09
Q <sub>i</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	368686,40

# Primjer proračuna – KI Expert2013

ENERGETSKI CERTIFIKAT STAMBENE ZGRADE (PRVA STRANICA)

	<b>Zgrada</b>	<input checked="" type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća	
	Vrsta i naziv zgrade	Stambena	
	K.č. k.o.	Varaždin, kontinentalna Hrvatska	
	Adresa	-	
	Mjesto	Varaždin	
	Poslodavac/Investitor	Knauf Insulation d.o.o.	
	Proizvođač		
	Dodina izgradnje		
	<b>Q<sub>nd,ref</sub></b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Izračun</b>
	<b>35</b>		

**Podaci o osobi koja je izdala energetski certifikat**

Ovlaštena fizička osoba	
Ovlaštena pravna osoba	
Imenovana osoba	
Registarski broj ovlaštene osobe	
Broj energetskog certifikata	
Datum izdavanja i rok važenja	
Potpis	

**Podaci o zgradi**

A <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> ]	1884,80
V <sub>a</sub> [m <sup>3</sup> ]	6890,00
f <sub>0</sub> [m <sup>-1</sup> ]	0,43
H <sub>0,ref</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,36

ENERGETSKI CERTIFIKAT STAMBENE ZGRADE (DRUGA STRANICA)

**Klimatski podaci**

Klimatski podaci (kontinentalna ili primorska hrvatska)	Kontinentalna
Broj stupanj dana grijanja SD [KD/a]	2939,5
Broj dana sezone grijanja Z [d]	178,9
Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja θ <sub>e</sub> [°C]	3,9
Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja θ <sub>i</sub> [°C]	18,8

**Podaci o termotehničkim sustavima zgrade**

Način grijanja zgrade (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	Etažno
Izvori energije koji se koriste za grijanje i pripremu potrošne tople vode	
Način hlađenja (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	
Izvori energije koji se koriste za hlađenje	
Vrsta ventilacije (prirodna, prisilna bez ili s povratom topline)	Prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	
Udio obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje [%]	0,00

**Energetske potrebe**

	Za referentne klimatske podatke		Za stvarne klimatske podatke		Zahtjev	
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Dopušteno [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Ispunjeno DA / NE
Q <sub>H,nd</sub>	65889,13	34,96	71595,79	37,99	63,35	DA
Q <sub>W</sub>	0,00		0,00			
Q <sub>H,ls</sub>						
Q <sub>W,ls</sub>						
Q <sub>H</sub>						
E <sub>del</sub>						
E <sub>prim</sub>						
CO <sub>2</sub> [kg/a]	17570,43		19092,21			

Objašnjenje: ☐ obvezna ispunja ☐ ispunjava se opcijski

**Građevni dio zgrade**

	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno DA / NE
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, potkrovlju	0,27	0,45	DA
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema potkrovlju	0,24	0,30	DA
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	0,38	0,50	DA
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaži	0,26	0,30	DA
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	0,48	0,50	DA
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozimi elementi pročelja	1,40	1,80	DA
Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	2,50	2,90	DA

Objašnjenje: ☐ obvezna ispunja ☐ ispunjava se opcijski



Proračun uključuje:

Proračun toplinskih otpora

1. Plošni otpori prijelaza topline  $R_{Si}$  i  $R_{Se}$  (projektne vrijednosti)

Toplinski otpori slojeva zraka (neprovjetravani, slabo provjetravani i dobro provjetravani slojevi)

Toplinski otpori negrijanih prostorija (tavan)

2. Određivanje ukupnog toplinskog otpora građevnog dijela (s homogenim i nehomogenim slojevima)

3. Određivanje koeficijenta prolaska topline  $U$  ( $W/m^2K$ )

HRN EN ISO 6946:20XX Građevni dijelovi zgrada  
– Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline – Metoda proračuna

Dodaci:

Plošni otpori prijelaza topline (građevni dijelovi s ravnim i neravnim površinama),  $R_{Si}$ ,  $R_{Se}$  i  $R_{Sp}$

Toplinski otpor neprovjetravanih zračnih prostora

Proračun koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova sa slojevima koji se sužavaju

Ispravci koeficijenta prolaska topline pod utjecajem:

- toplinske
- zračnih šupljina u sloju toplinske izolacije  $\Delta U_g$
  - mehaničkih spojnica koje prodiru kroz sloj izolacije  $\Delta U_f$
  - oborina na obrnutim krovovima  $\Delta U_r$

# Primjer proračuna – KI Expert

## Popis građevnih dijelova Proračun difuzije

### Građevni dijelovi

#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(max)	
3	Z1 - Opeka + ETICS sustav s pločama ...	Vanjski zidovi	688,10	0,27	0,45	0,77	0,93	✓
4	Z1_n - Opeka + ETICS sustav s ploča...	Vanjski zidovi	64,60	0,27	-	0,93	0,93	✓
5	Z1ab - Ab + ETICS sustav s pločama k...	Vanjski zidovi	138,00	0,32	0,45	0,77	0,92	✓
6	Zs - Ab + XPS (nadtemeljni zid)	Vanjski zidovi	46,00	0,40	0,45	0,77	0,90	✓
7	Z1ab_n + ETICS sustav s pločama ka...	Vanjski zidovi	8,00	0,32	-	0,91	0,92	✓
8	Zs_n - Ab + XPS (nadtemeljni zid_negrij...	Vanjski zidovi	3,00	0,33	-	0,48	0,92	✓
9	Z2 - Zid prema negrijanom stubištu	Zidovi prema negrijanom stubištu	232,50	0,48	0,50	0,77	0,88	✓
10	P1 - Pod na tlu (parket)	Podovi na tlu	521,00	0,38	0,50	0,82	0,90	✓
11	P2 - Pod na tlu (XPS-plivajući pod_kup...	Podovi na tlu	40,00	0,41	0,50	0,82	0,90	✓
12	P2_n - Pod na tlu (stubište)	Podovi na tlu	64,00	0,41	-	0,00	0,90	✓
14	K1 - Ravni neprohodni krov (ab+DDP-...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	561,00	0,24	0,30	0,77	0,94	✓
15	K1_n - Ravni neprohodni krov (ab+DD	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	64,00	0,24	-	0,93	0,94	✓

### Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka		2,000	0,020 ✓
2	1.10 Šuplji blokovi od gline		29,000	0,690 ✓
3	3.27 Polimemo-cementno ljepilo		0,500	0,010 ✓
4	Knauf Insulation FKDS (stari naziv PTP 035)		10,000	2,778 ✓
5	3.27 Polimemo-cementno ljepilo		0,500	0,010 ✓
6	3.16 Silikatna žbuka		0,200	0,010 ✓

# Primjer proračuna – KI Expert

Popis građevnih dijelova
Proračun difuzije
**Proračun prolaska topline**

**Proračun prolaska topline - U**

U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U (W/m<sup>2</sup>K) (tablica 5., tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama) građevni dio:

**U = 0,27 [W/m<sup>2</sup>K] <= U max = 0,45 [W/m<sup>2</sup>K]** Zadovoljava

Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
1.10 Šuplji blokovi od gline	0,420	29,000	0,690
3.27 Polimemo-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,010
Knauf Insulation FKDS (stari naziv PTP 035)	0,036	10,000	2,778
3.27 Polimemo-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,010
3.16 Silikatna žbuka	0,900	0,200	0,010
		R <sub>si</sub> =	0,130
		R <sub>se</sub> =	0,040
		R <sub>T</sub> =	3,688

# Nehomogeni slojevi

+

-

×

Dodaj

Obriši

Zatvori

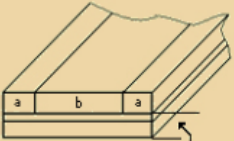
Podstlojevi odabranog sloja

Popis građevnih dijelova

Heterogeni slojevi

Definiranje heterogenog sloja

Redni broj heterogenog sloja u građevnom dijelu:

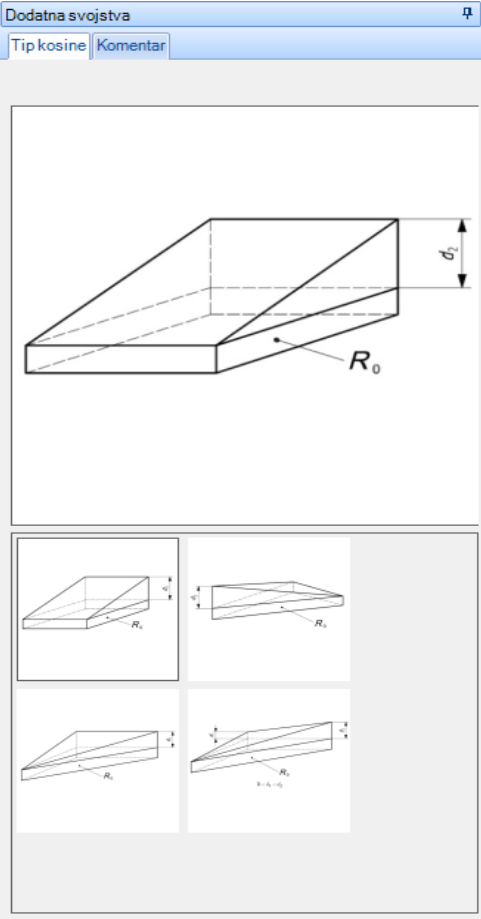


Homogeni slojevi koji se unose na standardni način

#	Materijal	Debljina	Udio	
2	Drvo	16,00	15,00	✓
3	7.01 Knauf Insulation DP-3	14,00	85,00	✓
4	Zrak	2,00	85,00	✓

01. Osnovni podaci	
#	3
Grupa materijala	Knauf Insulation
Materijal	7.01 Knauf Insulation DP-3
Debljina	14,00
Udio	85,00
λ	0,04
Plošna masa	3,57

# Ispravci i korekcije



Ispravak zbog emisivnosti površine i brzine vjetra na stvarnoj lokaciji – HRN EN ISO 6946, Annex A.1

03. Plošni otpori prijelaza topline	
ε	Da
ε (e)	0,90
ε (i)	0,05

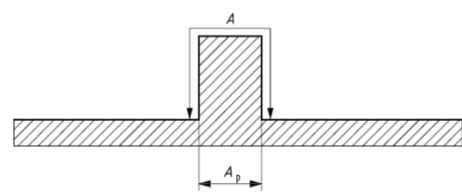
Prikaz rezultata po mjesecima												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
► RT	4,502	4,496	4,494	4,492	4,491	4,493	4,494	4,494	4,495	4,498	4,499	4,502
U	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Rsi	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359
Rse	0,069	0,063	0,061	0,059	0,058	0,060	0,061	0,061	0,062	0,065	0,066	0,069
					RT =	4,496			U =	0,22		



# Ispravci i korekcije

Utjecaj neravnih površina –  
istaka. HRN EN ISO 6946 –  
Annex A.2

04. Neravne površine - Istake	
Istaka	Da
Istaka (A)	0,00
Istaka (A <sub>p</sub> )	0,00



Slika 3.A.1 – Stvarna i projicirana ploština

Toplinski otpor  
neprovjetravnih slojeva zraka  
– HRN EN 6946 – Annex B



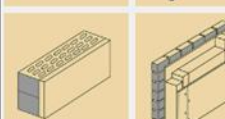
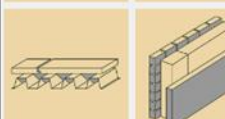
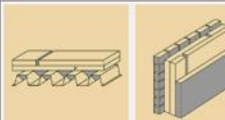
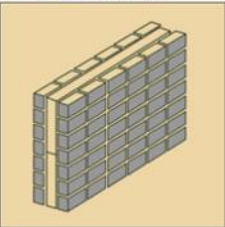
2. Korekcije sloja	
Grijanje	Ne
Hidroizolacijski	Ne
Zračne pukotine	Ne
Ventilirani zrak	Da
Veličina otvora zraka	< 500
Unos veličine otvora	0,00
Neventilirani zrak	Da
ε1	0,90
ε2	0,90

# Ispravci i korekcije

Ispravak za zračne šupljine – HRN EN ISO 6946, Annex D.2

Zračne šupljine

Definirajte vrstu zračne šupljine!



Građevni dio

Din. karakteristike	Zadovoljava
θ <sub>int, set, H</sub>	20,00
02. Površina građevnog dijela	
Dio oplošja	Da
Agd	1870,00
Agd I	450,00
Agd Z	480,00
Agd S	510,00
Agd J	430,00
Agd SI	0,00
Agd SZ	0,00
Agd JI	0,00
Agd JZ	0,00
03. Plošni otpori prijelaza topline	
e	Ne
ε (e)	0,90
ε (i)	0,05
04. Neravne površine - Istake	
Istaka	Da
Istaka (A)	15,00
Istaka (A <sub>0</sub> )	10,00
05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica	
Pričvrsnice	Da
Tip pričvrsnice	Metalne
Postavljanje pričvrsnica	Izolacija zida
Broj pričvrsnica	6,0
Promjer pričvrsnice	6,00
Ploština presjeka pričvrsnic	0,000028
λ	50,00
α	6,00
06. Nosači vjetrenih fasada	
Nosači	Ne
Tip nosača	
Pričvršćivanje fasade	
Broj nosača	0,0
Promjer nosača	0,00
Ploština presjeka nosača	0,000000
λ	
α	
07. Zračne šupljine	
Zračna šupljina	Zračne šupljine mogu prodrati
ΔU	0,04
09. Proračuni	
Proračun U	
Dinamičke karakteristike	
Proračun difuzije	

Zračna šupljina

Odaber vrste zračnih šupljina unutar građevnog dijela.

Utjecaj mehaničkih pričvrsnica – HRN EN ISO 6946, Annex D.3

05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica

Pričvrsnice	Da
Tip pričvrsnice	Metalne
Postavljanje pričvrsnica	Izolacija zida
Broj pričvrsnica	6,0
Promjer pričvrsnice	6,00
Ploština presjeka pričvrsnic	0,000028
λ	50,00
α	6,00

06. Nosači vjetrenih fasada

Nosači	Ne
--------	----

Broj pričvrsnica

Broj pričvrsnica po [m<sup>2</sup>].

# Ispravci i korekcije

## Toplinski otpor tavanskih prostora

Građevni dio	
01. Osnovni podaci	
#	12
Naziv	Kosi krov
Vrsta	Stropovi prema tavanu
Zona	Stambeni dio
Vrsta pokrova	Pokrov crijepom, bez krovne lijepljenke, oplatnih ploča, ili sl.

**Tablica 3.4 (HRN EN Tablica 3) Toplinski otpor tavanskih prostora**

Obilježja krova		$R_u$ $\text{m}^2\text{K/W}$
1	Pokrov crijepom, bez krovne ljepenke, oplatnih ploča, ili sl.	0,06
2	Pokrov pločama, ili pokrov crijepom, sa sekundarnim pokrovom od paropropusne-vodonepropusne folije ili sl.	0,2
3	Kao 2, ali s aluminijskom oblogom, ili drugom oblogom male emisivnosti na donjoj strani krova	0,3
4	Krov podstavljen s oplatnim pločama u kombinaciji s pp folijom, krovnom ljepenkom i sl.	0,3

Napomena: vrijednosti u Tablici 3.4. uključuju toplinski otpor provjetranog prostora i toplinski otpor (kosog) krova. Ne uključuju vanjski otpor prijelaza topline ( $R_{se}$ ).

Proračun prolaska topline - U		Zadovoljava	
U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U (W/m <sup>2</sup> K) (tablica 5., tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama) građevni dio:			
U = 0,15 [W/m <sup>2</sup> K] <= U max = 0,30 [W/m <sup>2</sup> K]			
Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
Fert strop	0,420	16,000	0,381
2.01 Amirani beton	2,600	4,000	0,015
5.03 KNAUF INSULATION pama brana LDS 100	0,500	0,019	0,010
Knauf Insulation TI 135 U (Unifit 035)	0,035	20,000	5,714
4.05 Drvo	0,150	2,400	0,160
		Rsi =	0,100
		Rse =	0,040
		Ru =	0,060
		RT =	6,501

# Ispravci i korekcije

## Utjecaj obrnutog (inverznog) krova – HRN EN ISO 6946, Annex D.4.

Građevni dio	
fRei	0,63
Difuzija	Zadovoljava
Din. karakteristike	Zadovoljava
Korsnički unos Gnt,set,H,ε Ne	
Gnt,set,H,gd	20,00
<input checked="" type="checkbox"/> 02. Površina građevnog dijela	
Dio oplošja	Da
Agd	4324,00
<input checked="" type="checkbox"/> 03. Plošni otpori prijelaza topline	
ε	Ne
ε (e)	0,90
ε (i)	0,90
<input checked="" type="checkbox"/> 04. Neravne površine - Istake	
Istaka	Ne
Istaka (A)	0,00
Istaka (Ap)	0,00
<input checked="" type="checkbox"/> 05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica	
Pričvrsnice	Ne
Tip pričvrsnice	
Postavljanje pričvrsnica	
Broj pričvrsnica	0,0
Promjer pričvrsnice	0,00
Ploština presjeka pričvrstnic	0,000000
λ	
α	
<input checked="" type="checkbox"/> 06. Nosači vjetrorenih fasada	
Nosači	Ne
Tip nosača.	
Pričvršćivanje fasade	
Broj nosača	0,0
Promjer nosača	0,00
Ploština presjeka nosača	0,000000
λ	
α	
<input checked="" type="checkbox"/> 07. Zračne šupljine	
Zračna šupljina	
ΔU	
<input checked="" type="checkbox"/> 08. Obmuti krovovi	
Obmuti krovovi	Da
Referentna postaja	Varaždin
fx	0,04
Količina oborina (p)	1,94
<input checked="" type="checkbox"/> 09. Proračuni	
Proračun U	
<input checked="" type="checkbox"/> Dinamičke karakteristike	
<input checked="" type="checkbox"/> Proračun difuzije	
<b>Obmuti krovovi</b>	
Pokazuje da li treba računati korekciju za obmuted krovove (Annex D).	

# Toplinski mostovi

## Članak 26.

*(1) Zgrada koja se grije na temperaturu višu od 12 °C mora biti projektirana i izgrađena na način da utjecaj toplinskih mostova na godišnju potrebnu toplinu za grijanje bude što manji.*

*Da bi se ispunio taj zahtjev, prilikom projektiranja treba primijeniti sve ekonomski prihvatljive tehničke i tehnološke mogućnosti.*

*(2) Utjecaj toplinskih mostova kod proračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade uređeni su prema HRN EN ISO 13789:20XX, HRN EN ISO 14683:20XX, HRN HRN EN ISO 10211-1:20XX i HRN EN 13370:20XX.*

*(3) Ako je potencionalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova, tada se može umjesto točnog proračuna iz stavka 2. ovoga članka utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem koeficijenta prolaska topline,  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $\Delta U_{TM} = 0,05 W/(m^2 \cdot K)$ .*

*(4) Ako rješenje toplinskog mosta nije iz kataloga hrvatske norme iz stavka 3. ovoga članka ili rješenje toplinskog mosta nije u skladu s rješenjem iz te norme, tada se umjesto točnog proračuna prema hrvatskim normama iz stavka 2. ovoga članka utjecaj toplinskih mostova može uzeti u obzir s povećanjem koeficijenta prolaska topline,  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $\Delta U_{TM} = 0,10 W/(m^2 \cdot K)$ .*

*(5) Iznimno, odredbe stavka 2. ovog članka ne primjenjuju se na građevne dijelove kod kojih je utjecaj toplinskih mostova već bio uzet u obzir u proračunu koeficijenta prolaska topline,  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ].*

U slučaju projektiranja i izvedbe zgrade koja se karakterizira kao „niskoenergetska“, može se umjesto točnog proračuna, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem  $U$  svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $\Delta U_{TM} = 0,02 W/(m^2 \cdot K)$ .

U slučaju projektiranja i izvedbe zgrade koja se karakterizira kao „pasivna ili skoro nul-energetska“, odnosno u slučajevima kada je vrijednost  $\Psi \leq 0,01 W/mK$ , tada se može umjesto točnog proračuna, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem  $U$  svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $\Delta U_{TM} = 0,01 W/(m^2 \cdot K)$ .

# Toplinski mostovi

Toplinski mostovi

ΣΨ<sub>klk</sub> = 0 [W/K]

☐ Toplinski mostovi nisu katalogizirani u hrvatskoj nomi
 ☒ Toplinski mostovi u niskoenergetskoj zgradi  
☐ Svi toplinski mostovi katalogizirani u hrvatskoj nomi
 ☐ Toplinski mostovi u pasivnoj zgradi

U slučaju projektiranja i izvedbe zgrade koja se karakterizira kao "niskoenergetska" (koeficijent prolaska topline između 0,15 i 0,25 [W/(m<sup>2</sup>K)]), tada se može umjesto točnog proračuna, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem U svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za U<sub>TM</sub> = 0,02 [W/(m<sup>2</sup>K)].

Prilikom proračuna pasivnih i niskoenergetskih zgrada korekcija prema čl. 26. nikako ne bi smjela biti dozvoljena!

Iz tog razloga postoji potreba za korekciju na nižu vrijednost! Prekidi toplinskih mostova?

Rezultati proračuna			
Energenti i CO2		Primarna energija	
Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje			
A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	f <sub>o</sub> [m <sup>-1</sup> ]	0,43
V <sub>e</sub> [m <sup>3</sup> ]	5890,00	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	1884,80
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	61990,14		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	13953,99		
Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	32,89	Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63,35
H <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,31	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	788,84		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Q <sub>I</sub> [MJ]	484746,10	Q <sub>s</sub> [MJ]	71491,09
Q <sub>i</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	368686,40

-15%

# Otvori

Brzi unos

Unos otvora:

Novi otvor

Novi otvor - proračun

Naziv: Prozori 140/140+r

Aw: 1,96Uw: 1,40

Broj otvora:

I: 0,00Z: 0,00S: 6,00J: 6,00

SI: 0,00SZ: 0,00JI: 0,00JZ: 0,00

Deklarirani otvor

01. Osnovni podaci

Id1

NazivProzori 140/140+r

Tip otvoraProzori, balkonska vrata, krovni prozori, pr

Materijal okviraPVC

Tip ostakljenjaDvostruko izolirajuće staklo (s jedn

g0,80

Kut nagiba90

Uw (max)1,80

Uw1,40

02. Broj otvora po strani svijeta

Istok0,00

Zapad0,00

Sjever6,00

Jug6,00

Sjevero-istok0,00

Sjevero-zapad0,00

Jugo-istok0,00

Jugo-zapad0,00

Ukupno otvora12,00

03. Podaci površine otvora

Dio oplošjaDa

Udio ostakljenog dijela otvoraDa

Aw1,96

$\Sigma(Aw)$ 23,52

Udio ostakljenja80,00

04. Pročelje

Dio pročeljaDa

Dio negrijanog pročeljaNe

05. Vlažnost prostorije

Građevni dioZ1 - Opeka + ETICS sustav s ploča

10. Zaslони

Vrsta zaslonaNaprava s vanjske strane želuzine.

11. Koeficijenti proračuna

Ug10,00

Ug20,00

Ug0,00

Uf0,00

Uw10,00

Uw20,00

$\Delta R$ 0,15

12. Podaci za toplinske dobitke

Kut obzora0

Kut nadstrešnice0

Kut otklona b.z.0

Solarni dobiciDa

Dodatna svojstva

Vrste okvira

Komentar

Kod razlike od samo 0,10 W/m2K mogu nastati razlike u QH,nd od 1 do čak 5%, ovisno o orijentaciji otvora.



# Otvori – vrijednosti prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN 13790”

Tablica 3.C.10 (HRN U.J5.600; Priručnik za energetska certificiranje zgrada (UNDP, 2010. god.) Pretpostavljene vrijednosti koeficijenta prolaska ugrađenih otvora (W/m²K)

VRSTA OTVORA/ Materijal	OKVIR		Vrsta ostakljenja						
			do 1970. god.		do 1987. god.		do 2006. god.	od 2006. god.	
PROZORI			1 – struko ostakljenje	2x 1-struko ostakljenje (4 mm), 2 doprozornika d= 30 cm bez brtvljenja.	2-struko obično ostakljenje bez brtvljenja. Razmak međuprostora zraka 6-8 mm; 8-10 mm; 10-16 mm;	3-struko obično ostakljenje bez brtvljenja (4/6-8/4/6-8/4 mm)	2-struko izolacijsko staklo (4/10-16/4 mm) i 2-strukim brtvljenjem	2-struko izolacijsko staklo (4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem LowE premazom i 3-strukim brtvljenjem	3-struko izolacijsko staklo (4/16/4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem LowE premazom i 3-strukim brtvljenjem
	d (cm)	U (W/m²K)	5,7	5,7	3,4	2,3	2,4-2,1	1,1	0,7-0,5
Drveni okvir	5-7	2,9-2,4	5,2	3,6	3,1; 3,0; 2,9	2,6	2,2-2,0	1,6-1,1	1,1
Drveni okvir (krilo na krilo)	7	2,4	-	2,7	-	-	-	-	-
Drvo aluminij s poliuretanom 4,00 cm	11	0,5	-	-	-	-	-	1,3	0,9
Metalni okvir bez prekinutog toplinskog mosta	5	5,9	5,9	3,1	4,0	3,2	-	-	-
Metalni okvir s prekinutim toplinskim mostom	5	3,4	5,9	2,7	3,2	2,6	2,6	1,7	1,4

# Otvori – vrijednosti prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN 13790”

PVC okvir	5-8 10	2,2-2,0 1,4	-	-	-	-	-	1,4	1,0-0,8
Šuplji stakleni elementi			3,5						
VANJSKA VRATA S NEPROVIDNIM VRATNIM KRILOM									
Drvena i plastična			3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5-2,0	0,9
Metalna bez toplinske izolacije			5,9	5,9	5,9	5,9			
Metalna s toplinskom izolacijom toplinskom izolacijom					5,0	5,0	5,0		
Unutarnja drvena vrata			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	

## Otvori – Proračun otvora prema 10077-1:20xx

Ukoliko ne raspolažemo deklariranim vrijednostima (npr. kod postojećih prozora starih zgrada) ili želimo točno definirati karakteristike budućih prozora (način izvedbe, ostakljenja, presjeka okvira,..) koji bi trebali biti ugrađeni na objektu, toplinske karakteristike istih možemo izračunati koristeći se proračunom prema normi HRN EN 10077-1:20XX.

Nakon što smo odabrali tip otvora, materijal okvira i tip prozora definiramo vrste ostakljenja i parametre vezane uz ostakljenja i okvire (voditi računa o orijentaciji!). Nagib plohe od  $90^\circ$  podrazumijeva prozor u vertikalnom zidu. Za nagibe do  $60^\circ$  pretpostavlja se da se radi o krovnim prozorima. Treba voditi računa o definiranju tipa ostakljenja, jer o tome bitno ovisi i zaštita od Sunčevog zračenja, kao i dobici od Sunčeve energije.

# Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

Gubid  
kroz tlo

Dodaj pod  
na tlu

Dodaj  
uzdignuti pod

Dodaj grijani ili  
negrijani podrum

Prijenos topline preko tla

Obriši

Zatvori

KNAUFINSULATION

vojvoda je sa staklo energije

Prijenos topline prema tlu

Prijenos topline prema tlu

Mjesec	$\Phi_m$	$H_{g,m}$
I	2180,62	102,38
II	2085,94	111,55
III	1936,63	132,65
IV	1758,18	181,26
V	1870,50	271,09
VI	1753,96	474,04
VII	1699,34	772,43
VIII	1732,11	558,75
IX	1859,57	281,75
X	1765,47	178,33
XI	1954,84	129,46
XII	2115,07	108,47

Pomoć

Brzi unos

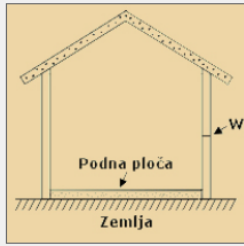
Brzi unos

Dodatna svojstva

Grafički prikaz

Vrsta toplinskog mosta

Komentar



Podovi na tlu

Pod na tlu

01. Osnovni podaci

# 1

Zona Stambena zgrada

Tip gubitka Podovi na tlu

Vrsta tla Pjesak, šljunak

Zid Zs - Ab + XPS (nadzemni zid)

Pod P1 - Pod na tlu (parket)

A 521,00

P 107,00

B' 9,74

w 40,20

02. Toplinski most

Vrsta toplinskog mosta GF5

$\Psi$   $\Psi_e = 0,6$

03. Rubna izolacija

Rubna izolacija Ne

Tip rubne izolacije Horizontalna rubna izolacija

Materijal izolacije Knauf Insulation DDP

D 0,00

Dn 0,00

04. Rezultati proračuna

$\lambda$  2,00

$\Gamma_{\text{t}}$  5,48

## Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

$$H_{Tr} = H_D + H_U + H_{g,m} + H_A \text{ [W/K]} \quad \text{HRN EN 13790 (17)} \quad (1.8)$$

gdje su:

$H_D$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema vanjskom okolišu (W/K);

$H_U$  – koeficijent transmisije izmjene topline kroz negrijani/nehlađeni prostor prema vanjskom okolišu (W/K);

$H_{g,m}$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema tlu za svaki mjesec (W/K);

$H_A$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema susjednoj zgradi (W/K).

# Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

**Izmjenjena toplinska energija transmisijom između grijanog prostora i tla (HRN EN 13370:2007)**

Kako bi se uzela u obzir toplinska tromost tla te prikladna temperaturna razlika kod izmjene topline s tlom proračun se provodi na mjesečnoj bazi i to prema normi HR EN ISO 13370, dodatak A.

Koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu za proračunski mjesec,  $H_{g,m}$  iznosi:

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\vartheta_{int,m} - \vartheta_{e,m}} \quad [\text{W/K}]$$

pri čemu je

- $\Phi_m$  - toplinski tok izmjene topline s tlom za pr
- $\vartheta_{int,m}$  - unutarnja postavna temperatura za prorač
- $\vartheta_{e,m}$  - srednja vanjska temperatura za proračuns

HRN EN 13370 (A.10) (1.10)

Za poznate srednje mjesečne temperature vanjskog zraka toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec može se pojednostavljeno računati prema sljedećem izrazu:

$$\Phi_m = H_g (\bar{\vartheta}_{int} - \bar{\vartheta}_e) - H_{pi} (\bar{\vartheta}_{int} - \vartheta_{int,m}) + H_{pe} (\bar{\vartheta}_e - \vartheta_{e,m}) \quad (\text{W})$$

HRN EN 13370 (A.4) (1.20)

gdje su:

- $H_g$  - stacionarni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu (W/K);
- $H_{pi}$  - unutarnji periodički koeficijent transmisijske izmjene topline (W/K);
- $H_{pe}$  - vanjski periodički koeficijent transmisijske izmjene topline (W/K);
- $\bar{\vartheta}_{int}$  - srednja godišnja unutarnja temperatura (°C);
- $\bar{\vartheta}_e$  - srednja godišnja vanjska temperatura (°C);
- $\vartheta_{int,m}$  - unutarnja temperatura za proračunski mjesec  $m$  (°C), prema Tablici 1.1 (zimski mjeseci: siječanj, veljača, ožujak, travanj, listopad, studeni, prosinac; ljetni mjeseci: svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz i rujanj);
- $\vartheta_{e,m}$  - vanjska temperatura za proračunski mjesec  $m$  (°C);
- $m$  - broj mjeseca (od  $m = 1$  za siječanj do  $m = 12$  za prosinac).

Stacionarni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu računa se prema izrazu:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g \quad [\text{W/K}]$$

HRN EN 13370 (1) (1.21)

...

# Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

### 1.3 Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q_{H,nd}$

Sumiranje se provodi za sve mjeseci u godini ako su vrijednosti mjesečne potrebne toplinske energije za grijanje pozitivne.

Proračun  $Q_{H,nd,cont}$  uključuje sljedeći izraz:

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{Tr} + Q_{Ve} - \eta_{H,gn}(Q_{int} + Q_{sol}) \quad [\text{kWh}] \quad (1.2) \quad \text{Deleted: 3}$$

gdje su:

$Q_{Tr}$  – izmjenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu (kWh);

$Q_{Ve}$  – potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu (kWh);

$\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka (-);

$Q_{int}$  – unutarnji toplinski dobitci zgrade (ljudi, uređaji, rasvjeta) (kWh);

$Q_{sol}$  – toplinski dobitci od Sunčeva zračenja (kWh).

Izmjenjena toplinska energija transmisijom i ventilacijom proračunske zone za promatrani period računa se pomoću koeficijenta toplinske izmjene topline  $H$  (W/K):

$$Q_{Tr} = \frac{H_{Tr,red}}{1000} (g_{int,H} - g_e) t + \frac{\Phi_{m,g}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN 13790 (16)} \quad (1.3) \quad \text{Deleted: 4}$$

$$Q_{Ve} = \frac{H_{Ve}}{1000} (g_{int,H} - g_e) t \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN 13790 (20)} \quad (1.4) \quad \text{Deleted: 5}$$

gdje su:

$H_{Tr,red}$  – **reducirani** koeficijent transimisijske izmjene topline proračunske zone. **Ne sadrži koeficijent transimisijskog toplinskog gubitka prema tlu** (W/K);

$H_{Ve}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone (W/K);

$g_{int,H}$  – unutarnja postavna temperatura grijane zone (°C);

$g_{e,m}$  – srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec) (°C);

$t$  – trajanje proračunskog razdoblja (h)

$\Phi_{m,g}$  – **toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec (W) (izraz 1.24)**

Napomena:

- kod mjesečne metode  $t$  = ukupan broj sati u mjesecu (Tablica 1.6)

- kod satne metode  $t = 1$  h unutar perioda kada radi sustav grijanja (vidi poglavlje 1.3.5).



# Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

## 1.3.1 Izmjenjena toplinska energija transmisijom

Koeficijent transmisijske izmjene topline  $H_{Tr}$  određuje se prema normi HRN EN ISO 13789 iz sljedećeg izraza:

$$H_{Tr} = H_D + H_U + H_{g,adj} + H_A \quad [\text{W/K}] \quad \text{HRN EN 13790 (17)} \quad (1.7)$$

gdje su:

$H_D$  – koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu (W/K);

$H_U$  – koeficijent transmisijske izmjene topline kroz negrijani/nehlađeni prostor prema vanjskom okolišu (W/K);

$H_{g,adj}$  – uprosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu (W/K);

$H_A$  – koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi (W/K).

Koeficijent transmisijske izmjene topline  $H_{Tr}$  koristi se za izračun koeficijenta transmisijske izmjene topline po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade  $H'_{Tr,adj}$ :

$$H'_{Tr,adj} = \frac{H_{Tr}}{A} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (1.8)$$

Reducirani koeficijent transmisijske izmjene topline  $H_{Tr,red}$  bez gubitaka prema tlu, računa se iz sljedećeg izraza:

$$H_{Tr,red} = H_D + H_U + H_A \quad [\text{W/K}] \quad (1.9)$$

Koeficijent transmisijske izmjene topline od grijanog prostora prema vanjskom okolišu  $H_D$ , računa se pomoću površine građevinskih elemenata  $A_k$ , koeficijenata prolaska topline pojedinih građevinskih elemenata  $U_k$  (W/(m<sup>2</sup>K)), uzimajući u račun i dodatak za toplinske mostove:

Deleted: za svaki mjesec

Deleted: 8

Deleted: „

Deleted: za svaki mjesec

Formatted: Font: Not Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Lowered by 12 pt

Formatted: Superscript

Formatted: Lowered by 7 pt

# Prijenos topline preko tla - HRN EN ISO 13370:2007

Algoritam za proračun potrebne en. za grijanje i hlađenje prema HRN EN 13370 Str. 14

Izmjenjena toplinska energija transmisijom između grijanog prostora i tla (HRN EN 13370:2007)

Kako bi se uzela u obzir toplinska tromost tla te prikladna temperaturna razlika kod izmjene topline s tlom proračun se provodi na mjesečnoj bazi i to prema normi HR EN ISO 13370, dodatak A.

Izmjenjena toplinska energija preko tla računa se pomoću toplinskog toka izmjene topline s tlom za svaki mjesec na sljedeći način:

$$Q_{tr,em} = \frac{\Phi_{m,g} \cdot t}{1000} \quad [\text{kWh/m}^2] \quad (1.20)$$

Formatted: Tabs: 14,92 cm, Left

Formatted: Lowered by 12 pt

Koeficijent transmijske izmjene topline prema tlu za proračunski mjesec,  $H_{g,m}$  iznosi:

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\vartheta_{int,m} - \vartheta_{e,m}} \quad [\text{W/K}] \quad \text{HRN EN 13370 (A.10)} \quad (1.21)$$

Deleted: 19

pri čemu je

$\Phi_m$  - toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec (W);

$\vartheta_{int,m}$  - unutarnja postavna temperatura za proračunski mjesec (°C);

$\vartheta_{e,m}$  - srednja vanjska temperatura za proračunski mjesec (°C).

Uprosječni koeficijent transmijske izmjene topline prema tlu  $H_{g,adj}$  računa se pomoću izraza:

$$H_{g,adj} = \sum_j (w_{g,m,j} \cdot H_{g,m,j}) \quad [\text{W/K}] \quad (1.22)$$

Formatted: Tabs: 14,92 cm, Left

Formatted: Lowered by 15 pt

pri čemu je:

$w_{g,m,j}$  - težinski faktor transmijskog gubitka u mjesecu  $j$  (-);

$H_{g,m,j}$  - koeficijent transmijske izmjene topline prema tlu za proračunski mjesec  $j$  (W/K).

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Subscript

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Težinski faktor transmijskog gubitka računa se iz sljedećeg izraza:

$$w_{g,m,j} = \frac{Q_{tr,m,j}}{\sum Q_{tr}} \quad [-] \quad (1.23)$$

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Tabs: 14,92 cm, Left

Formatted: Lowered by 15 pt

$Q_{tr,m,j}$  računa se pomoću izraza 1.3.  $\sum Q_{tr}$  računa se za zimske mjesece.

Kod proračuna  $Q_{tr,adj}$  proračun gubitaka prema tlu uključuje zimske mjesece: listopad, studeni, prosinac, siječanj, veljača, ožujak i travanj.

Formatted: Lowered by 7 pt

Formatted: Lowered by 5 pt

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Subscript

Deleted: 1

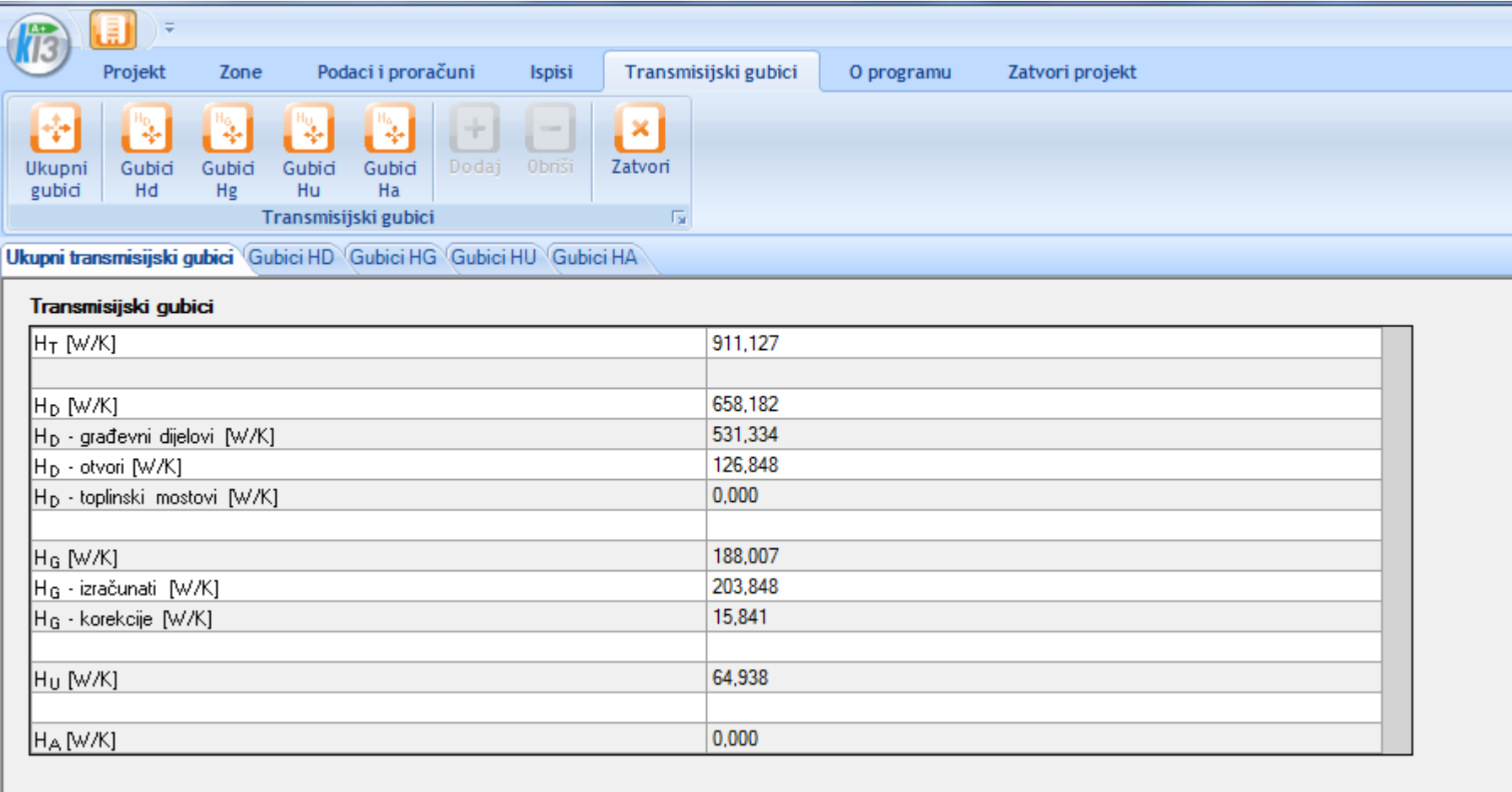
Za poznate srednje mjesečne temperature vanjskog zraka toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec može se pojednostavljeno računati prema sljedećem izrazu:

$$\Phi_m = H_g (\bar{\vartheta}_{int} - \bar{\vartheta}_e) - H_{pi} (\bar{\vartheta}_{int} - \vartheta_{int,m}) + H_{pe} (\bar{\vartheta}_e - \vartheta_{e,m}) \quad (\text{W})$$

HRN EN 13370 (A.4) (1.24)

Deleted: 20

# Ukupni transmisijski gubici - HRN EN ISO 13789:20XX



**Transmisijski gubici**

$H_T$ [W/K]	911,127
$H_D$ [W/K]	658,182
$H_D$ - građevni dijelovi [W/K]	531,334
$H_D$ - otvori [W/K]	126,848
$H_D$ - toplinski mostovi [W/K]	0,000
$H_G$ [W/K]	188,007
$H_G$ - izračunati [W/K]	203,848
$H_G$ - korekcije [W/K]	15,841
$H_U$ [W/K]	64,938
$H_A$ [W/K]	0,000

Koeficijenti transmisijskih gubitaka projekta u odnosu na toplinsku zaštitu i proračuna potrebnog za dobivanje energetskeg razreda trebali bi biti identični!

# Bilanca topline (energije) – mjesečna metoda

## Potrebna energija za grijanje

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn}$$

- $Q_{H,nd}$  potrebna toplina za grijanje
- $Q_{H,ht}$  toplinski gubici (MJ)
- $Q_{H,gn}$  toplinski dobici (MJ)
- $\eta_{H,gn}$  faktor iskorištenja (dobitaka)
- $Q_{H,nd} = \Sigma Q_{H,nd,mj}$  u J/a ili kWh/a

## Potrebna energija za hlađenje

- $Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht}$
- $Q_{C,nd}$  – potrebna energija za hlađenje
- $Q_{C,gn}$  – toplinski dobici
- $Q_{C,ht}$  – toplinski gubici
- $\eta_{C,ls}$  – faktor iskorištenja (gubitaka)
- $Q_{C,nd} = \Sigma Q_{C,nd,mj}$  u J/a ili kWh/a

### 1.3 Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q_{H,nd}$

Sumiranje se provodi za sve mjeseci u godini ako su vrijednosti mjesečne potrebne toplinske energije za grijanje pozitivne.  
Proračun  $Q_{H,nd,com}$  uključuje sljedeći izraz:

$$Q_{H,nd,com} = Q_{Tr} + Q_{Ve} - \eta_{H,gn}(Q_{int} + Q_{sol}) \quad [\text{kWh}]$$

Deleted: 3

gdje su:  
 $Q_{Tr}$  – izmjenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu (kWh);  
 $Q_{Ve}$  – potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu (kWh);  
 $\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobbitaka (-);  
 $Q_{int}$  – unutarnji toplinski dobici zgrade (ljudi, uređaji, rasvjeta) (kWh);  
 $Q_{sol}$  – toplinski dobici od Sunčeva zračenja (kWh).

Izmjenjena toplinska energija transmisijom i ventilacijom proračunske zone za promatrani period računa se pomoću koeficijenta toplinske izmjene topline  $H$  (W/K):

$$Q_{Tr} = \frac{H_{Tr,red}}{1000} (\vartheta_{int,H} - \vartheta_e) t + \frac{\Phi_{a,g}}{1000} \quad [\text{kWh}]$$

HRN EN 13790 (16) Deleted: 4

$$Q_{Ve} = \frac{H_{Ve}}{1000} (\vartheta_{int,H} - \vartheta_e) t \quad [\text{kWh}]$$

HRN EN 13790 (20) Deleted: 5

gdje su:  
 $H_{Tr,red}$  – reducirani koeficijent transmisije izmjene topline proračunske zone. Ne sadrži koeficijent transmisioiskog toplinskog gubitka prema tlu (W/K);  
 $H_{Ve}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone (W/K);  
 $\vartheta_{int,H}$  – unutarnja postavna temperatura grijane zone (°C);  
 $\vartheta_{e,m}$  – srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec) (°C);  
 $t$  – trajanje proračunskog razdoblja (h)  
 $\Phi_{a,g}$  – toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec (W) (izraz 1.24)

Napomena:  
- kod mjesečne metode  $t$  = ukupan broj sati u mjesecu (Tablica 1.6)  
- kod satne metode  $t = 1$  h unutar perioda kada radi sustav grijanja (vidi poglavlje 1.3.5).

# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem

Već prema projektiranim zahtjevima, odabire se proračun provjetravanja zgrade. U slučaju da unutar jedne zone postoji manja prostorija s drugačijim načinom provjetravanja, program nudi opciju kombiniranja i više vrsta provjetravanja.

Kod „Prirodnog provjetravanja“ voditi računa o čl. 14. Propisa kojim se nalaže promatranje gubitka provjetravanjem za srednju razinu nepropusnosti za zrak omotača zgrade (pretpostavljena vrijednost).

Projektna vrijednost unosi se temeljem deklarirane vrijednosti uređaja. Voditi pozornost na udio vremena kada uređaji rade. **To može uzrokovati znatna odstupanja od stvarnog stanja i rezultirati znatnim odstupanjima u konačnoj vrijednosti gubitaka i potrebne energije za grijanje i hlađenje.**



# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem



# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem

Ukupni toplinski gubici   **Toplinski gubici provjetravanjem**   Toplinski transmisijski gubici   Ostali toplinski gubici

**Toplinski gubici provjetravanjem**

#	Naziv	Označen	V točka	Hv
1	Minimalno provjetravanje	<input type="checkbox"/>	2238,20	738,61
2	Prodno provjetravanje	<input checked="" type="checkbox"/>	2238,20	738,61
3	Mehaničko provjetravanje	<input type="checkbox"/>	895,28	295,44
4	Provjetravanje s toplinskim izmjenjivačima	<input type="checkbox"/>	895,28	295,44

\* Označite komponente za koje želite da uđu u proračun toplinskih gubitaka provjetravanjem.

**Koeficijent gubitka topline provjetravanjem**

Hve,adj [W/K]	738,61
---------------	--------

Brzi unos

Brzi unos

Dodatna svojstva

Komentar

Gubici provjetravanjem

**01. Osnovni podaci**

#	1
Označen	Da
Korisnički unos	Ne
Nmin	0,50
vd	0,00
Zaklonjenost objekta	Umjereno zaklonjeno
Izloženost objekta	Jedna izložena fasada
Zrakonepropusnost objekta	Srednja razina

**02. Rezultati proračuna**

Vtočka	2238,20
Hv	738,61

## Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	fo [m <sup>-1</sup> ]	0,43
Ve [m <sup>3</sup> ]	5890,00	Ak [m <sup>2</sup> ]	1884,80
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	71595,79		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	12997,36		
Q'' <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	37,99	Q'' <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63,35
H' <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H' <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Q <sub>I</sub> [MJ]	523553,80	Q <sub>s</sub> [MJ]	71491,09
Q <sub>ti</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	368686,40



# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem

kupni toplinski gubici   **Toplinski gubici provjetravanjem**   Toplinski transmisijski gubici   Ostali toplinski gubici

**Toplinski gubici provjetravanjem**

#	Naziv	Označen	V točka	Hv
1	Minimalno provjetravanje	<input type="checkbox"/>	2238,20	738,61
2	Prirodno provjetravanje	<input checked="" type="checkbox"/>	3133,48	1034,05
3	Mehaničko provjetravanje	<input type="checkbox"/>	895,28	295,44
4	Provjetravanje s toplinskim izmjenjivačima	<input type="checkbox"/>	895,28	295,44

\* Označite komponente za koje želite da uđu u proračun toplinskih gubitaka provjetravanjem.

**Koeficijent gubitka topline provjetravanjem**

Hve,adj [W/K]   1034,05

Brzi unos

Dodatna svojstva

Komentar

**Gubici provjetravanjem**

01. Osnovni podaci

#	1
Označen	Da
Korisnički unos	Ne
v	4476,40
Nmin	0,70
Vd	0,00
Zaklonjenost objekta	Umjereno zaklonjeno
Izloženost objekta	Jedna izložena fasada
Zrakonepropusnost objekta	Niska razina

02. Rezultati proračuna

Vtacka	3133,48
Hv	1034,05

## Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	fo [m <sup>-1</sup> ]	0,43
Ve [m <sup>3</sup> ]	5890,00	Ak [m <sup>2</sup> ]	1884,80
<b>Q<sub>H,nd</sub> [kWh/a]</b>	<b>95430,39</b>		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	11193,46		
Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	50,63	Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63,35
H <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	1034,05		
Q <sub>I</sub> [MJ]	617313,40	Q <sub>s</sub> [MJ]	71491,09
Q <sub>i</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	368686,40

**+ 33%**

# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem

## 1.3.2 Potrebna toplinska energija za ventilaciju

Potrebna toplinska energija za ventilaciju  $Q_{Ve}$  računa se prema Algoritmu za ventilaciju/klimatizaciju. U nastavku su dani osnovni izrazi i tablice radi lakšeg povezivanja dvaju algoritama.

Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju zgrade može se iskazati kao:

### Period grijanja

$$Q_{Ve} = Q_{Ve,inf} + Q_{Ve,win} + Q_{H,Ve,mech} \quad [\text{kWh}]$$

### Period hlađenja

$$Q_{Ve} = Q_{Ve,inf} + Q_{Ve,win} + Q_{C,Ve,mech} \quad [\text{kWh}]$$

odnosno kao:

$$Q_{Ve} = \frac{H_{H,Ve}(\vartheta_{int,t} - \vartheta_e)}{1000} t \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN 13790 (20)} \quad (1.49)$$

Period hlađenja

$$Q_{Ve} = \frac{H_{C,Ve}(\vartheta_{int,t} - \vartheta_e)}{1000} t \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN 13790 (20)} \quad (1.50)$$

pri čemu je koeficijent ventilacijske izmjene topline:

Period grijanja

$$H_{Ve} = H_{Ve,inf} + H_{Ve,win} + H_{H,Ve,mech} \quad [\text{W/K}] \quad (1.51)$$

Period hlađenja

$$H_{Ve} = H_{Ve,inf} + H_{Ve,win} + H_{C,Ve,mech} \quad [\text{W/K}] \quad (1.52)$$

- $Q_{Ve,inf}$  – potrebna toplinska energija uslijed infiltracije vanjskog zraka (kWh);
- $Q_{Ve,win}$  – potrebna toplinska energija uslijed pozračivanja otvaranjem prozora (kWh);
- $Q_{H,Ve,mech}$  – potrebna toplinska energija u GViK sustavu kod zagrijavanja zraka (kWh).
- $Q_{C,Ve,mech}$  – potrebna toplinska energija u GViK sustavu kod hlađenja zraka (kWh).
- $H_{Ve,win}$  - koeficijent ventilacijske izmjene topline uslijed otvaranja prozora (W/K);
- $H_{H,Ve,mech}$  - koeficijent ventilacijske izmjene topline uslijed mehaničke ventilacije/klimatizacije kod zagrijavanja zraka (W/K);
- $H_{C,Ve,mech}$  - koeficijent ventilacijske izmjene topline uslijed mehaničke ventilacije/klimatizacije kod hlađenja zraka (W/K);
- $t$  - proračunsko vrijeme (h).

# Toplinski gubici – gubici provjetravanjem

**Koeficijent izmjene topline uslijed infiltracije**

$$H_{Ve,inf} = n_{inf} V \rho_a c_{p,a} \quad [\text{W/K}] \quad \text{DIN V 18599-2 (58)} \quad (1.54)$$

gdje su:

$n_{inf}$  - broj izmjena zraka uslijed infiltracije ( $\text{h}^{-1}$ );

$V$  - volumen zraka u zoni ( $\text{m}^3$ );

$\rho_a$  - gustoća zraka,  $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ;

$c_{p,a}$  - specifični toplinski kapacitet zraka,  $c_p = 1005 \text{ J/(kg K)}$ .

**Napomena:**

Volumni protok zraka u kondicionirani prostor određuje se kao maksimalna vrijednost infiltracijskog protoka zraka i minimalnog volumnog protoka zraka koji se određuje prema Algoritmu za ventilaciju/klimatizaciju

**Broj izmjena zraka uslijed infiltracije ako nema mehaničke ventilacije ili je mehanička ventilacija balansirana**

$$n_{inf} = e_{wind} n_{50} \quad [\text{h}^{-1}] \quad \text{DIN V 18599-2 (59)} \quad (1.55)$$

$n_{50}$  - broj izmjena zraka pri narinutoj razlici tlaka od 50 Pa ( $\text{h}^{-1}$ ), mjerena vrijednost ili **Tablica 1.5**

$e_{wind}, f_{wind}$  - faktori zaštićenosti zgrade od vjetra (-), **Tablica 1.6**

**Tablica 1.5 (DIN V 18599-2) Proračunske vrijednosti  $n_{50}$  za netestirane zgrade**

Kategorije za općenito određivanje zrakopropusnosti zgrade	Proračunske vrijednosti za $n_{50}$ [ $\text{h}^{-1}$ ]
I	a) 2 ; b) 1
II	4
III	6
IV	10

**Kategorija I:**

Zgrade kojih se testiranje zrakopropusnosti izvodi nakon završetka zgrade

a) zgrade bez HVAC sustava (zahtjev zrakopropusnosti:  $n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$ )

b) zgrade sa HVAC sustava (zahtjev zrakopropusnosti:  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ )

**Kategorija II:**

Zgrade, ili dijelovi zgrada koje će tek biti završene, za koje se ne planiraju raditi testiranja zrakopropusnosti

**Kategorija III :**

Zgrade koje ne spadaju u kategorije I, II ni IV

**Kategorija IV :**

Zgrade s očitim otvorima kroz koje slobodno ulazi zrak, kao što su pukotine u ovojnici zgrade.

# Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada

## 2.2. Pregled postojećeg stanja građevine

Pri obilasku građevine potrebno je provjeriti podatke prikupljene upitnikom te prikupiti ostale bitne informacije i podatke koji nisu prikupljeni upitnikom ili se mogu prikupiti samo na terenu (npr. karakteristike pojedinih tehničkih sustava). Neki od tipičnih podataka o građevini koji se provjeravaju ili prikupljaju na terenu su:

- opće karakteristike građevine kao što su površine prostorija, broj korisnika, detalji građevinskih dijelova vanjske ovojnice, orijentacija, opis elemenata vanjske ovojnice i drugo,
- detaljni opis namjene i režima korištenja,
- raspoloživa projektna dokumentacija iz koje su vidljive toplinske karakteristike vanjske ovojnice te površine i raspored prostorija,
- opće tehničke karakteristike uređaja i sustava potrošne energije i vode, uvjeti i parametri korišteni pri projektiranju i pri njihovom radu.

Ako postoji obveza energetskeg certificiranja zgrade, energetskim pregledom prikupljaju se svi ulazni podaci potrebni za proračun energetskeg razreda i energetskeg svojstva zgrade. Svi podaci trebaju u izvješću o energetskom pregledu biti transparentno prikazani sukladno Algoritmu.

Podaci koji se prikupljaju za zgrade i industrijska postrojenja sadrže specifičnosti za pojedinu vrstu građevine. Kod energetskeg pregleda javne rasvjete uključuju se samo sustavi potrošne električne energije od mjesta preuzimanja do krajnjeg potrošača.

Pri prikupljanju ulaznih podataka na terenu potrebno je prikupiti informacije o karakteristikama pojedinih tehničkih sustava jer u njima često leži veliki potencijal poboljšanja energetske učinkovitosti.

Tijekom pregleda vanjske ovojnice zgrade potrebno je obratiti pažnju na sljedeće elemente za koje je potrebno prikupiti podatke:

- dimenzije vanjske ovojnice ukoliko ne postoji projektna dokumentacija,
- sastav vanjske ovojnice ukoliko ne postoji projektna dokumentacija,
- toplinsku izolaciju vanjske ovojnice,
- stanje vanjske ovojnice građevine,
- toplinske mostove,
- prodiranje vlage i oštećenja na vanjskoj ovojnici zgrade,
- stanje vanjske stolarije (tip, zasjenjenja od sunca, oštećenja, brtvljenje),

- stanje okova,
- visinu stropa.

Tijekom pregleda sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode potrebno je obratiti pažnju na sljedeće elemente za koje je potrebno prikupiti podatke:

- stanje sustava grijanja građevine (izvor topline, ogrjevni medij),
- podaci o kotlovnici – smještaj i ventilacija,
- podatke o toplinskoj infrastrukturi – stanje instalacija, mreža, dislociranost opskrbe, toplinska izolacija,
- ako je izvor toplinske energije kotao – navesti tip i vrstu kotla, godinu proizvodnje, nazivni toplinski učin kotla i temperaturni režim grijanja, regulaciju učinka, korišteni izvor energije te osnovne dimenzije i materijal izrade dimnjaka,
- ukoliko postoji parni kotao – navesti tip i vrstu kotla, godinu proizvodnje, instalirani kapacitet i temperaturni režim (temperatura pare na izlazu i ulazu u kotao), tlak pare na izlazu iz kotla, korišteni izvor energije te osnovne dimenzije, način obrade kondenzata itd.,
- toplinska izolacija svih dijelova sustava od kotla, spremnika tople vode, razvoda do ogrjevnih tijela,
- hidraulička izbalansiranost sustava,
- karakteristike toplinskih podstanica (ako su prisutne),
- podatke o mjerenju potrošne toplinske energije,
- broj grana i regulaciju sustava grijanja (centralna i lokalna),
- odabrana ogrjevna tijela, njihov ukupni broj i instalirani ogrjevni učinak te smještaj u prostoriji i regulacija,
- rad sustava pripreme potrošne tople vode (centralna priprema spojena na postojeće kotlove, posebni kotlovi za potrošnu toplu vodu itd.),
- raspoložive periodičke karakteristike potrošne toplinske energije – dnevna, mjesečna, godišnja, sezone karakteristike, prema energentu,
- temperaturni režim sustava grijanja, režim rada sustava grijanja i sustava potrošne tople vode, zone različite temperature grijanja,
- režim i način održavanja sustava,
- anomalije u sustavu – curenja i sl.

# Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada

S obzirom da veliki broj postojećih građevina nema tehničku dokumentaciju ili ima neažuriranu tehničku dokumentaciju, ovlaštena osoba na osnovu postojeće dokumentacije i fizičkog pregleda (eventualna mjerenja, foto dokumentacije, vizualni pregled) građevine donosi niz pretpostavki koje se koriste u provođenju analiza, u pripremi izvješća o energetskeg pregledu ili prilikom energetskeg certificiranja zgrade. Kako bi sve pretpostavke što bolje odgovarale stvarnom stanju građevine i kako bi se pripremilo što kvalitetnije izvješće o energetskeg pregledu neophodno je planiranje i izrada kvalitetne foto dokumentacije.

# Toplinski dobici

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

$Q_{int}$  – interni (unutarnji) dobici

$Q_{sol}$  – toplinski dobici od Sunčeva zračenja

## Dobici od Sunčeva zračenja - $Q_{sol}$

Ovise o:

$I_{sol,k}$  - ukupnoj energiji globalnog sunčevog zračenja na jediničnu površinu elementa k, orijentacije i određenog ugla upada sunčevog zračenja.

$A_{sol,k}$  - Efektivna upijajuća (prijamna) ploština otvora plohe k

$F_{sh,ob,k}$  – faktor zasjenjenja efektivne upijajuće površine

$F_{sh,k}$  - faktor zasjenjenja od pomičnih naprava

$g_{gl}$  – ukupna vrijednost propuštanja energije kroz ostakljenje

$F_F$  – udjel ploštine okvira u ploštini prozora, itd.

## Unutarnji dobici – $Q_{int}$

Prema članku 14, Tehničkog propisa unutarnji dobici  $Q_{int}$  računaju se s vrijednošću **5 W/m<sup>2</sup>** ploštine korisne površine zgrade i program ih uračunava automatski.

Ovise o broju korisnika, uređaja, rasvjeti, režimu korištenja voda (tople vode), vrsti i načinu grijanja i hlađenja prostorija, proizvodnih procesa itd.

za 6 W/m<sup>2</sup>:

Toplinski dobici	
<b>01. Osnovni podaci</b>	
Id	1
Zona	Stambena zgrada
Postavke zone	
<b>02. Unutamji dobici</b>	
Vrsta proračuna	Unos vrijednosti unutamjih dobitaka
Korisnički unos Qi:	11.308,80
Unutamji dobici	11.308,80

124



# Toplinski dobici

13 Projekt Zone Podaci i proračuni Ispisi Toplinski dobici O programu Zatvori projekt

Ukupni dobici Solarni dobici Dobici kroz staklenike Unutarnji dobici Ostali dobici Zatvori

Proračun prema propisu Unos vrijednosti Proračun prema HR/EN 13790 Proračun unutarnjih dobika Solarni dobici Proračun staklenika

Ukupni toplinski dobici Unutarnji dobici Solarni toplinski dobici Dobici preko staklenika Ostali toplinski dobici

**Unutarnji dobici**

Vrsta proračuna	Proračun unutarnjih dobika prema tehničkom propisu
Ak [m <sup>2</sup> ]	1884.80
Unutarnji dobici [MJ]	9.424.00

13 Projekt Zone Podaci i proračuni Ispisi Toplinski dobici O programu Zatvori projekt

Ukupni dobici Solarni dobici Dobici kroz staklenike Unutarnji dobici Ostali dobici Zatvori

Proračun prema propisu Unos vrijednosti Proračun prema HR/EN 13790 Proračun unutarnjih dobika Solarni dobici Proračun staklenika

Ukupni toplinski dobici Unutarnji dobici Solarni toplinski dobici Dobici preko staklenika Ostali toplinski dobici

**Unutarnji dobici**

Vrsta proračuna	Proračun unutarnjih dobika prema Annexu G norme 137900
Podvrsta proračuna	Metabolički dobici i dobici od uređaja
Objekt	Stambene zgrade
Dnevna soba i kuhinja [%]	40.00
Ostale prostorije [%]	60.00
Ak [m <sup>2</sup> ]	1884.80
Unutarnji dobici [MJ]	10.177.92

13 Projekt Zone Podaci i proračuni Ispisi Energetska iskaznica O programu Zatvori projekt

Energetska iskaznica Energenti i CO2 Primarna energija Izvor energije za grijanje Vrsta goriva za grijanje Izvor energije za hlađenje Vrsta goriva za hlađenje Zatvori

Energetska iskaznica - rezultati proračuna

Rezultati proračuna Energenti i CO2 Primarna energija

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje			
A [m <sup>2</sup> ]	2557.70	fo [m <sup>-1</sup> ]	0.43
Ve [m <sup>3</sup> ]	5890.00	Ak [m <sup>2</sup> ]	1884.80
Q <sub>H,sg</sub> [kWh/a]	68276.76		
Q <sub>C,sg</sub> [kWh/a]	14949.21		
Q <sub>H,sg</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	36.22	Q <sub>H,sg</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63.35
H <sub>H,sg</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0.36	H <sub>H,sg</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0.65
H <sub>H,sg</sub> [W/K]	911.13		
H <sub>H,sg</sub> [W/K]	738.61		
Q <sub>H</sub> [MJ]	523553.80	Q <sub>C</sub> [MJ]	71491.09
Q <sub>C</sub> [MJ]	320970.90	Q <sub>g</sub> [MJ]	392462.00

# Toplinski dobici

## 1.3.3 Ukupni toplinski dobici za proračunski period

$$Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN 13790 (8)} \quad (1.59)$$

### 1.3.3.1 Unutarnji toplinski dobici

**Unutarnji toplinski dobici**  $Q_{int}$  od ljudi i uređaja računaju se s vrijednošću  $5 \text{ W/m}^2$  ploštine korisne površine za stambene prostore, a  $6 \text{ W/m}^2$  za poslovne prostore.

$$Q_{int} = \frac{q_{spec} A_K \cdot t}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (1.60)$$

gdje su:

$q_{spec}$  – specifični unutarnji dobitak po  $\text{m}^2$  korisne površine,  $5 \text{ W/m}^2$  ili  $6 \text{ W/m}^2$ ;

$A_K$  – korisna površina ( $\text{m}^2$ );

$t$  - proračunsko vrijeme (h) (Tablica 1.7).

**Tablica 1.7 Broj dana i sati u mjesecu**

Mjesec	Broj dana	Vrijeme, h
I	31	744
II	28	672
III	31	744
IV	30	720
V	31	744
VI	30	720
VII	31	744
VIII	31	744
IX	30	720
X	31	744
XI	30	720
XII	31	744
Godina	365	8760

# Toplinski dobici

## 1.3.3.2 Toplinski dobici od Sunčeva zračenja $Q_{sol}$

Solarni toplinski dobici za promatrani vremenski period  $t$  (h):

$$Q_{sol} = \left[ \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right] t + \left[ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \right] t \quad [\text{Wh}] \quad \text{HRN EN 13790 (40)} \quad (1.61)$$

gdje su:

$\Phi_{sol,mn,k}$  – srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz  $k$ -ti građevni dio u grijani prostor (W);

$\Phi_{sol,mn,u,l}$  – srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz  $l$ -ti građevni dio u susjedni negrijani prostor (W);

$b_{tr,l}$  – faktor smanjenja za susjedni negrijani prostor s unutarnjim toplinskim izvorom  $l$  prema HRN EN ISO 13789 (-).

Kod prozirnih površina uzima se u račun mjera zasjenjena od unutarnjeg pomičnog zasjenjenja ( $F_C$ ).

Srednji toplinski tok od sunčeva zračenja kroz građevni dio zgrade  $k$ :

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob} I_{S,k} A_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k} \quad [\text{W}] \quad \text{HRN EN 13790 (43)} \quad (1.62)$$

# Toplinski dobici

Tablica 1.15 (DIN V 18599-2 Tablica 6) Bezdimenzijski apsorpcijski koeficijent različitih površina

Površina	$\alpha_{s,c}$ [-]
Zidovi	
- svjetle boje	0,4
- zamućene boje	0,6
- tamne boje	0,8
Krovovi	
- crijep	0,6
- tamne površine	0,8
- metal visokog sjaja	0,2
- šindra	0,6

Toplinski tok zračenja  $k$ -tog građevnog elementa prema nebu (W);

$$\Phi_{r,k} = R_{se} U_c A_c h_r \Delta\vartheta_{er} \quad [\text{W}] \quad \text{HRN EN 13790 (46)} \quad (1.68)$$

$h_r$  – vanjski koeficijent prijelaza topline zračenjem ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ );

$h_r \approx 5\varepsilon$  ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ), koeficijent emisivnosti zida  $\varepsilon \approx 0,9$ , prema HRN EN pog. 11.4.6;

$\Delta\vartheta_{er}$  – prosječna temperaturna razlika vanjske temperature zraka i temperature neba (K),

$\Delta\vartheta_{er} \approx 10^\circ\text{C}$ , prema HRN EN pog. 11.4.6.

## Članak 15.

(1) Pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta potrebno je spriječiti odgovarajućim tehničkim rješenjima.

(2) Kada je tehničko rješenje iz stavka 1. ovoga članka naprava za zaštitu od sunčeva zračenja prozirnih elemenata u omotaču zgrade, tada za prostoriju s najvećim udjelom ostakljenja u ploštini pročelja, odnosno krova koji pripadaju toj prostoriji, produkt stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja,  $g_{tot}$ , i udijela ploštine prozora u ploštini pročelja, odnosno krova promatrane prostorije,  $f$ , treba ispuniti zahtjev:

1.  $g_{tot} \cdot f < 0,20$  kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest  $\geq 21$  °C, odnosno

2.  $g_{tot} \cdot f < 0,25$  kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest  $< 21$  °C.

(3) Provjera ispunjenja zahtjeva iz stavka 2. ovog članka provodi se za svaku projektom predviđenu različitu vrstu naprave za zaštitu od sunčeva zračenja.

(4) Vrijednosti produkta  $g_{tot} \cdot f$  iz stavka 2. ovoga članka odnose se na slučaj kada je pokretna naprava za zaštitu od sunčeva zračenja u zatvorenom položaju.

(5) Stupanj propuštanja ukupne toplinske energije kroz ostakljenje uključivo i predviđenu jednu napravu iz stavka 2. ovoga članka određuje se prema izrazu

$$g_{tot} = F_{wgL} \cdot F_C$$

(6) Izraz iz stavka 5. ovoga članka podrazumijeva:

1.  $F_w = 0,9$  – faktor umanjenja zbog ne okomitog upada sunčeva zračenja,

2.  $g_L$  – stupanj propuštanja ukupne sunčeve energije kroz ostakljenje kod okomitog upada zračenja određuje se prema HRN EN 410:2003,

3.  $F_C$  – faktor umanjenja naprave iz stavka 2. ovoga članka.

(7) Vrijednosti veličina  $g$  i  $F_C$  iz stavka 6. ovoga članka, u pravilu, utvrđuju se mjerenjima. U slučaju kada ne postoje rezultati mjerenja računa se prema vrijednostima utvrđenim u Prilogu »C« ovoga Propisa i to: za  $g$  utvrđenima u tablici 1., a za  $F_C$  utvrđenima u tablici 2. toga Priloga.

(8) Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka iz stavka 2. ovoga članka očitava se za najbližu postaju iz podataka sadržanih u Prilogu »E« ovoga Propisa.

(9) Ako se zaštita od pregrijavanja prostorija zgrade koja nastaje zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta rješava tehničkim rješenjem različitim od rješenja iz stavka 2. ovoga članka, tada primjena takvog drugog rješenja ne smije dati nepovoljniji rezultat zaštite od zahtjeva iz istog stavka.

### G.5.3 Movable solar shading reduction factors

#### G.5.3.1 General

Unless otherwise specified at national level, the solar shading shall be taken as being switched on if the

#### G.5.3.2 Monthly method

The weighted fraction of the time during which the solar shading is in use or not in use depends on the climate and on the season or month. For each climate a table can be produced with values for  $f_{\text{with}}$  for a variety of orientations and tilt angles of the window. The resulting table can contain values per month or one average value for the heating or cooling season to be used for each month. An example is given in Table G.3. The values have been derived as the sum of the hourly values of the intensity of incident solar radiation for all hours in the month with intensity higher than 300 W/m<sup>2</sup>, divided by the sum of the hourly values of the intensity of incident solar radiation for all hours in the months; or:  $f_{\text{with}} = I_{\text{sol}, > 300\text{W}} / I_{\text{sol}}$ , where  $I_{\text{sol}}$  is the monthly mean solar radiation intensity.

Toplinski dobici	
01. Osnovni podaci	
Id	1
Zona	Stambena zgrada
Postavke zone	
02. Unutarnji dobici	
Vrsta proračuna	Proračun unutarnjih dobitaka prema tehničkom
Ak	1884,80
Unutarnji dobici	9.424,00
03. Solarni dobici	
Solarni dobici	71.491,09
Otvori	
Utjecaj zaslona	
Siječanj	Ne
Veljača	Ne
Ožujak	Ne
Travanj	Ne
Svibanj	Da
Lipanj	Da
Srpanj	Da
Kolovoz	Da
Rujan	Da
Listopad	Ne
Studen	Ne
Prosinac	Ne

Potrebno uvesti vrijednosti za satne insolacije, te korekcijskog faktora za utjecaj zaslona ovisno o zoni sunčeva zračenja.

# Toplinski dobici

**Tablica 1.10 Koeficijent udjela vremena s uključenom pomičnom zaštitom  $f_{with}$  za grad Split**  
(proračun napravljen prema podacima o sunčevom zračenju danim u METENORM-u)

Mjesec	Strana svijeta							
	Sjever	Istok	Jug	Zapad	SI	SZ	JI	JZ
siječanj	0,00	0,42	0,86	0,45	0,00	0,00	0,80	0,81
veljača	0,00	0,53	0,85	0,48	0,00	0,00	0,82	0,77
ožujak	0,00	0,59	0,82	0,61	0,03	0,09	0,79	0,77
travanj	0,00	0,62	0,76	0,60	0,26	0,28	0,75	0,73
svibanj	0,00	0,68	0,69	0,63	0,42	0,45	0,71	0,70
lipanj	0,00	0,65	0,63	0,67	0,46	0,53	0,64	0,67
srpanj	0,00	0,71	0,70	0,70	0,56	0,55	0,74	0,75
kolovoz	0,00	0,67	0,74	0,68	0,37	0,41	0,77	0,77
rujan	0,00	0,69	0,86	0,67	0,16	0,17	0,81	0,82
listopad	0,00	0,66	0,88	0,59	0,00	0,01	0,84	0,84
studeni	0,00	0,41	0,83	0,49	0,00	0,00	0,76	0,83
prosinac	0,00	0,47	0,88	0,45	0,00	0,00	0,85	0,84


**Tablica 1.11 Koeficijent udjela vremena s uključenom pomičnom zaštitom  $f_{with}$  za grad Zagreb**  
(proračun napravljen prema podacima o sunčevom zračenju danim u METENORM-u)

Mjesec	Strana svijeta							
	Sjever	Istok	Jug	Zapad	SI	SZ	JI	JZ
siječanj	0,00	0,29	0,75	0,33	0,00	0,00	0,67	0,69
veljača	0,00	0,38	0,72	0,37	0,00	0,00	0,69	0,66
ožujak	0,00	0,44	0,66	0,41	0,06	0,06	0,63	0,60
travanj	0,00	0,53	0,65	0,51	0,17	0,19	0,65	0,62
svibanj	0,00	0,51	0,55	0,51	0,28	0,28	0,60	0,57
lipanj	0,00	0,56	0,50	0,51	0,32	0,34	0,55	0,53
srpanj	0,00	0,55	0,62	0,57	0,29	0,33	0,62	0,64
kolovoz	0,00	0,58	0,72	0,62	0,28	0,25	0,70	0,71
rujan	0,00	0,57	0,76	0,54	0,10	0,11	0,72	0,73
listopad	0,00	0,48	0,71	0,40	0,00	0,00	0,68	0,65
studeni	0,00	0,20	0,71	0,20	0,00	0,00	0,61	0,67
prosinac	0,00	0,14	0,62	0,26	0,00	0,00	0,49	0,55

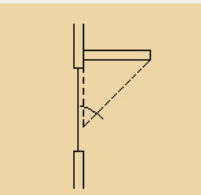


# Toplinski dobici

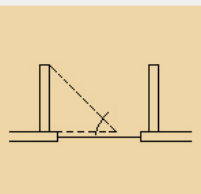
Brzi unos



Kut obzora



Kut nadstrešnice



Kut odklona bočnog zaslona

Dodatna svojstva

Deklarirani otvor

01. Osnovni podaci

Id	1
Naziv	Prozori 140/140+r
Tip otvora	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozori
Materijal okvira	PVC
Tip ostakljenja	Dvostruko izolirajuće staklo (s jednim r
g	0,80
Kut nagiba	90
Uw (max)	1,80
Uw	1,40

02. Broj otvora po strani svijeta

Istok	0,00
Zapad	0,00
Sjever	6,00
Jug	6,00
Sjevero-istok	0,00
Sjevero-zapad	0,00
Jugo-istok	0,00
Jugo-zapad	0,00
Ukupno otvora	12,00

03. Podaci površine otvora

Dio oplošja	Da
Udio ostakljenog dijela otvora	Da
Aw	1,96
Σ(Aw)	23,52
Udio ostakljenja	80,00

04. Pročelje

Dio pročelja	Da
Dio negrijanog pročelja	Ne

05. Vlažnost prostorije

Građevni dio	Z1 - Opeka + ETICS sustav s pločama
--------------	-------------------------------------

10. Zasloni

Vrsta zaslona	Naprava s vanjske strane želuzine, rol
---------------	--

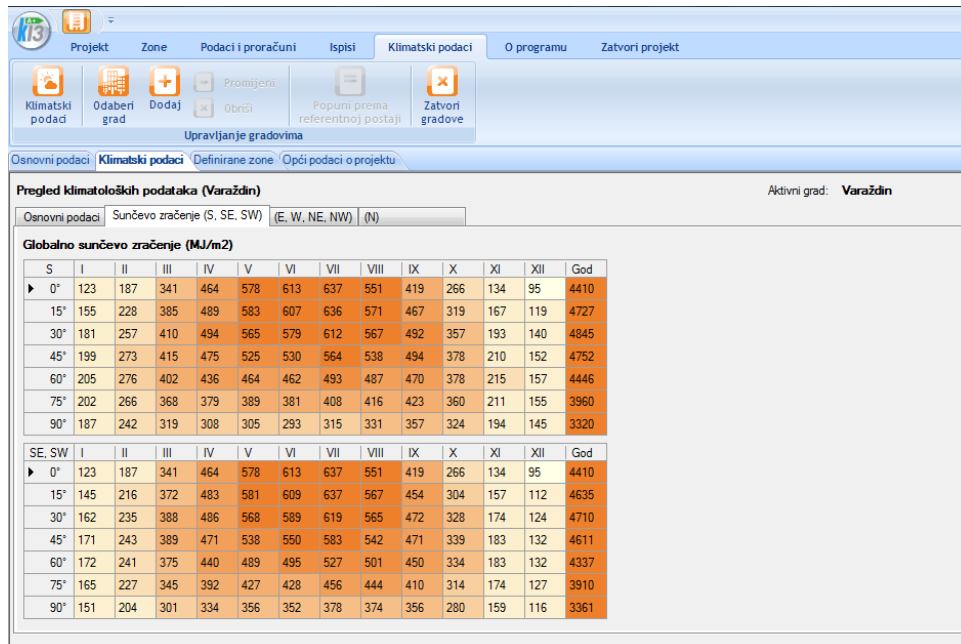
11. Koeficijenti proračuna

Ug1	0,00
Ug2	0,00
Ug	0,00
Uf	0,00
Uw1	0,00
Uw2	0,00
ΔR	0,15

12. Podaci za toplinske dobite

Kut obzora	0
Kut nadstrešnice	0
Kut odklona b.z.	0
Solarni dobici	Da

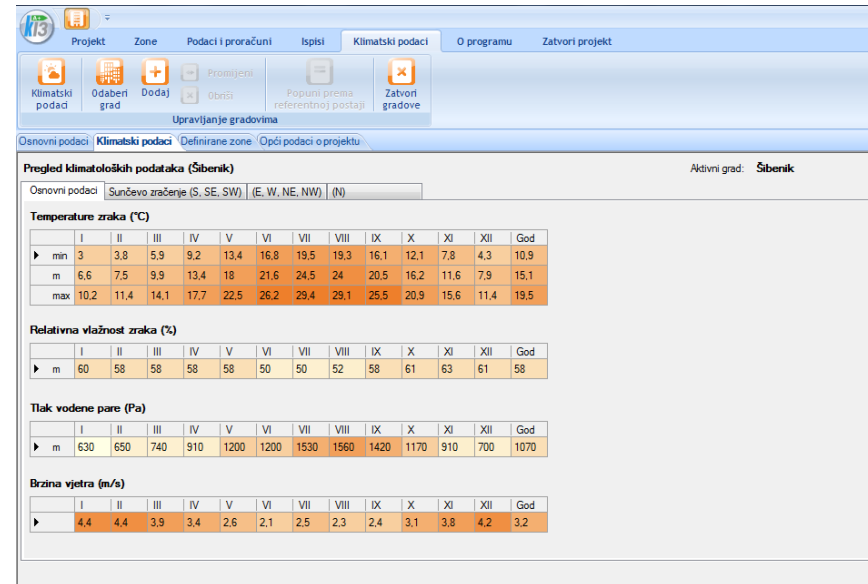
# Toplinski dobici – utjecaj na energetska razred



## Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m²]	2557,70	fo [m⁻¹]	0,43
Ve [m³]	5890,00	Ak [m²]	1884,80
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	71595,79		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	12997,36		
Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> [kWh/m² a]	37,99	Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m² a]	63,35
H <sub>tr,adj</sub> [W/m² K]	0,36	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m² K]	0,65
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Q <sub>I</sub> [MJ]	523553,80	Q <sub>s</sub> [MJ]	71491,09
Q <sub>i</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	368686,40

# Toplinski dobici – utjecaj na energetske razred



## Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

A [m <sup>2</sup> ]	2557,70	f <sub>o</sub> [m <sup>-1</sup> ]	0,43
V <sub>e</sub> [m <sup>3</sup> ]	5890,00	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	1884,80
Q <sub>H,nd</sub> [kWh/a]	24845,41		
Q <sub>C,nd</sub> [kWh/a]	35198,61		
Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	13,18	Q <sup>"</sup> <sub>H,nd</sub> (max) [kWh/m <sup>2</sup> a]	63,35
H <sub>tr,adj</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,36	H <sub>tr,adj</sub> (max) [W/m <sup>2</sup> K]	0,80
H <sub>tr,adj</sub> [W/K]	911,13		
H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	738,61		
Q <sub>I</sub> [MJ]	296962,20	Q <sub>s</sub> [MJ]	97141,27
Q <sub>i</sub> [MJ]	297195,30	Q <sub>g</sub> [MJ]	394336,60

# Toplinski dobici od Sunčeva zračenja

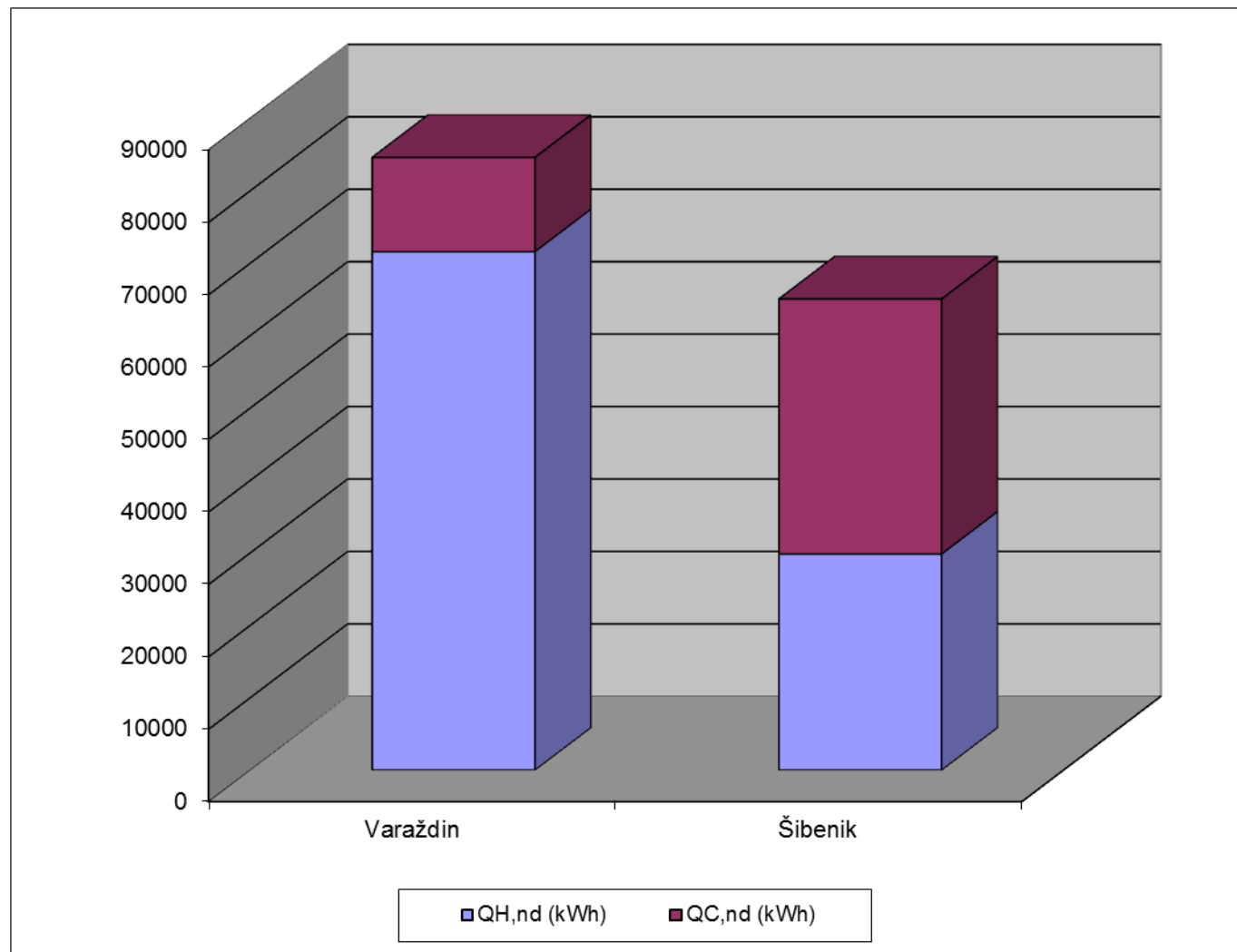
## – utjecaj na vrijednost energetskeg razreda

</

</

# Toplinski dobici od Sunčeva zračenja

## – utjecaj na vrijednost energijskog razreda



# Potrebna toplinska energija za grijanje

Potrebna energija	
<b>01. Osnovni podaci</b>	
#	1
Zona	Stambena zgrada
Tehnički propis	Ne
Masivnost konstrukcije	<b>Objekti od klasične šuplje opeke od gline</b>
C	310992000,00
<b>02. Energija za grijanje</b>	
fH,hr	<b>1,00</b>
Ukupni Qh	71595,79
Sezonski Qh	66684,95
<b>03. Energija za hlađenje</b>	
fC,day	0,71
θint,set,C	22,00
Ukupni Qc	12997,36

## Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje

Energija za grijanje    Energija za hlađenje    Grafički prikaz

Mjesec	Qh,tr	Qh,ve	Qh,ht	Qh,sol	Qh,int	Qh,gn	Yn	Nh,gn	Ared,h	Qh,nd
<b>MJESEČNO</b>										
Siječanj	14439	11705	26144	1412	7011	8423	0,32	1,00	1,00	17756
Veljača	11450	9282	20731	1924	6333	8257	0,40	0,99	1,00	12554
Ožujak	9897	8023	17920	2846	7011	9858	0,55	0,97	1,00	8377
Travanj	6363	5158	11522	3177	6785	9962	0,86	0,87	1,00	2835
Svibanj	3322	2693	6014	1052	7011	8063	1,34	0,68	1,00	512
Lipanj	1115	904	2019	1061	6785	7847	3,89	0,26	1,00	3
Srpanj	136	110	245	1120	7011	8132	33,13	0,03	1,00	0
Kolovoz	746	604	1350	1073	7011	8084	5,99	0,17	1,00	0
Rujan	3018	2446	5464	990	6785	7775	1,42	0,65	1,00	389
Listopad	6711	5440	12151	2623	7011	9634	0,79	0,90	1,00	3494
Studen	9906	8030	17936	1490	6785	8275	0,46	0,98	1,00	9801
Prosinac	13219	10716	23934	1090	7011	8102	0,34	0,99	1,00	15874
<b>UKUPNO =</b>										71596

# Potrebna toplinska energija za grijanje

Potrebna energija

01. Osnovni podaci

#1

ZonaStambena zgrada

Tehnički propisDa

Masivnost konstrukcijeMasivni unutamji i vanjski zidovi C=50Ve

C294500,00

02. Energija za grijanje

fH,hr1,00

Ukupni Qh68223,52

Sezonski Qh63869,54

03. Energija za hlađenje

fC,day0,71

Qint,set,C22,00

Ukupni Qc11781,81

Razlika: -5%

Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje

Energija za grijanje

Energija za hlađenje

Grafički prikaz

Mjesec	Qh,tr	Qh,ve	Qh,ht	Qh,sol	Qh,int	Qh,g	Yn	Nh,g	Ared,h	Qh,nd
MJESEČNO										
Siječanj	14439	11705	26144	1412	7011	8423	0,32	1,00	1,00	17720
Veljača	11450	9282	20731	1924	6333	8257	0,40	1,00	1,00	12474
Ožujak	9897	8023	17920	2846	7011	9858	0,55	1,00	1,00	8064
Travanj	6363	5158	11522	3177	6785	9962	0,86	0,98	1,00	1798
Svibanj	3322	2693	6014	1052	7011	8063	1,34	0,74	1,00	35
Lipanj	1115	904	2019	1061	6785	7847	3,89	0,26	1,00	0
Srpanj	136	110	245	1120	7011	8132	33,13	0,03	1,00	0
Kolovoz	746	604	1350	1073	7011	8084	5,99	0,17	1,00	0
Rujan	3018	2446	5464	990	6785	7775	1,42	0,70	1,00	17
Listopad	6711	5440	12151	2623	7011	9634	0,79	0,99	1,00	2621
Studen	9906	8030	17936	1490	6785	8275	0,46	1,00	1,00	9661
Prosinac	13219	10716	23934	1090	7011	8102	0,34	1,00	1,00	15833
UKUPNO =										68224



# Potrebna toplinska energija za grijanje

Tablica 1.16 ( HRN EN Tablica 12) Proračun efektivnog toplinskog kapaciteta grijanog dijela zgrade kao funkcija plošne mase materijala

Klasa zgrade	$C_m$ kJ/K	Plošna masa kg/m <sup>2</sup>
Vrlo lagana	$80 \times A_f$	$m' \leq 100$
Lagana	$110 \times A_f$	$250 \geq m' \geq 100$
Srednje teška	$165 \times A_f$	$400 \geq m' \geq 250$
Teška	$260 \times A_f$	$550 \geq m' \geq 400$
Masivna gradnja	$370 \times A_f$	$m' \geq 550$

„Vrlo lagana“

Vanjska ovojnica - lagane montažne i polumontažne konstrukcije od drveta ili metala s ispunom od toplinsko-izolacijskih materijala i tankim završnim oblogama, ili toplinskim panelima kao završnom oblogom. Unutarnji zidovi izvedeni kao suhomontažni, od porobetona, šuplje ili pune opeke debljine do 15,00 cm.

„Lagana“

Zgrada izvedena pretežno od laganih građevnih materijala – vanjska ovojnica od porobetona (plino ili pjenobetona), šuplje opeke od gline gustoće  $\leq 900 \text{ kg/m}^3$ , te laganih pregradnih zidova (suhomontažni, od porobetona, opeke debljine do 15,00 cm i sl.).

„Srednje teška“

Zgrada izvedena pretežno od šuplje opeke od gline gustoće  $>900 \text{ kg/m}^3$  i s udjelom armirano-betonskih dijelova do 15% ukupne ploštine vanjskih zidova, zgrada s vanjskim zidovima od pune opeke od gline, te s laganim ili masivnim pregradnim zidovima.

„Teška“

Zgrada izvedena od šuplje ili pune opeke od gline gustoće  $>900 \text{ kg/m}^3$  i debljine  $> 20,00 \text{ cm}$  i s udjelom armirano-betonskih dijelova više od 15% ukupne ploštine vanjskih zidova, zgrada sa zidovima od šupljih blokova od betona, te masivnim unutarnjim pregradnim zidovima.

„Masivna gradnja“

Zgrada od vanjskih armirano-betonskih zidova debljine  $\geq 20,00 \text{ cm}$ , te masivnim unutarnjim pregradnim zidovima.

# Potrebna toplinska energija za grijanje

## – utjecaj isprekidanog grijanja

Potrebna energija	
01. Osnovni podaci	
#	1
Zona	Stambena zgrada
Tehnički propis	Ne
Masivnost konstrukcije	Objekti od klasične šuplje opeke od gline
C	310992000,00
02. Energija za grijanje	
fH,hr	0,71
<b>Ukupni Qh</b>	<b>63745,61</b>
Sezonski Qh	53595,05
03. Energija za hlađenje	
fC,day	0,71
Qint,set,C	22,00
Ukupni Qc	12997,36

Razlika: - 11%

### Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje

Energija za grijanje | Energija za hlađenje | Grafički prikaz

Mjesec	Qh,tr	Qh,ve	Qh,ht	Qh,sol	Qh,int	Qh,gñ	Yn	Nh,gñ	Ared,h	Qh,nd
<b>MJESEČNO</b>										
Siječanj	14439	11705	26144	1412	7011	8423	0,32	1,00	0,92	16330
Veljača	11450	9282	20731	1924	6333	8257	0,40	0,99	0,90	11308
Ožujak	9897	8023	17920	2846	7011	9858	0,55	0,97	0,86	7229
Travanj	6363	5158	11522	3177	6785	9962	0,86	0,87	0,78	2224
Svibanj	3322	2693	6014	1052	7011	8063	1,34	0,68	0,71	364
Lipanj	1115	904	2019	1061	6785	7847	3,89	0,26	0,71	2
Srpanj	136	110	245	1120	7011	8132	33,13	0,03	0,71	0
Kolovoz	746	604	1350	1073	7011	8084	5,99	0,17	0,71	0
Rujan	3018	2446	5464	990	6785	7775	1,42	0,65	0,71	276
Listopad	6711	5440	12151	2623	7011	9634	0,79	0,90	0,80	2803
Studen	9906	8030	17936	1490	6785	8275	0,46	0,98	0,89	8674
Prosinac	13219	10716	23934	1090	7011	8102	0,34	0,99	0,92	14535
<b>UKUPNO =</b>										<b>63746</b>

# Potrebna toplinska energija za grijanje

## – utjecaj isprekidanog grijanja

Tablica 1.17 (temeljem DIN V 18599-10 Tablica 3 i 4) Vrijeme rada sustava grijanja/hlađenja za nestambene zgrade

Vrsta prostora	Period korištenja* (h)	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja**, $t_d$ (h/d)	Broj dana korištenja sustava u god, $d_{use,a}$ , (d/a)
Uredi	07:00 – 18:00	13	250
Robne kuće, trgovački centri, maloprodajne trgovine	08:00 – 20:00	14	300
Sale za sastanke, sanitarni prostori	07:00 – 18:00	13	250
Spremišta opreme, arhive	07:00 – 18:00	13	300
Učionice u školama	08:00 – 15:00	9	200
Predavaone i auditoriji	08:00 – 18:00	12	150
Bolnice, izložbeni muzejski prostori	00:00 – 24:00	24	365
Serverske sobe, kompjuterski centri	00:00 – 24:00	24	365
Hotelske sobe	00:00 – 24:00	24	365
Kantine	08:00 – 15:00	9	250
Restorani	10:00 – 00:00	16	300
Kuhinje	10:00 – 23:00	15	300
Kongresni centri	09:00 – 18:00	11	150
Kazališta i kina	13:00 – 23:00	12	250
Knjižnice – prostorije za čitanje	08:00 – 20:00	14	300
Knjižnice – prostorije s policama	08:00 – 20:00	14	300
Sportske hale	08:00 – 23:00	17	300
Garaže	09:00 – 00:00	17	365
Radione i proizvodne hale	07:00 – 16:00	11	250

\* Sustav grijanja/hlađenja s radom počinje 2 sata prije početka korištenja prostora  
 \*\* U Algoritmu za ventilaciju/klimatizaciju ove vrijednosti se odnose na vrijeme rada sustava mehaničke ventilacije/klimatizacije  $t_{v,mach}$ .

$t_d$  - vrijeme rada sustava grijanja s normalnom postavnom vrijednošću za stambene zgrade i sustave s nekontinuiranim radom (h/d ),  $t_d = 17$  h/d, od 06:00 do 23:00 sati;

# Potrebna toplinska energija za hlađenje

## 2.5 Trajanje sezone hlađenja

- prema HRN EN ISO 13790 (metoda b)

Određuje se iz mjesečne vrijednosti potrebne energije za hlađenje i udjela broja dana u mjesecu koji pripada sezoni hlađenja  $f_{C,m}$ .

Parametar potreban za proračun je granična vrijednost  $y_{C,lim}$ :

$$\left( \frac{1}{y_C} \right)_{lim} = \frac{a_C + 1}{a_C} \quad [-] \quad \text{HRN EN 13790 (15)} \quad (2.21)$$

Ako je  $(1/y_C)_1 < (1/y_C)_{lim} \Rightarrow f_{C,m} = 1$  (hlađenje je cijeli mjesec u radu)

Ako je  $(1/y_C)_1 > (1/y_C)_{lim} \Rightarrow f_{C,m} = 0$  (nema potreba za hlađenjem)

U ostalim slučajevima:

$$\text{- ako je } (1/y_C) > (1/y_C)_{lim} : f_C = 0,5 \frac{(1/y_C)_{lim} - (1/y_C)_1}{(1/y_C) - (1/y_C)_1} \quad [-] \quad \text{HRN EN 13790 (p7.4)} \quad (2.22)$$

$$\text{- ako je } (1/y_C) \leq (1/y_C)_{lim} : f_C = 0,5 + 0,5 \frac{(1/y_C)_{lim} - (1/y_C)_2}{(1/y_C)_2 - (1/y_C)} \quad [-] \quad \text{HRN EN 13790 (p7.4)} \quad (2.23)$$

pri čemu veća vrijednost od sljedeće dvije prosječne vrijednosti predstavlja  $(1/y_C)_2$ , a manja vrijednost  $(1/y_C)_1$ .

$(1/y_{C,m} + 1/y_{C,m-1})/2$	Manja od dvije vrijednosti je $(1/y_C)_1$ , veća je $(1/y_C)_2$
$(1/y_{C,m} + 1/y_{C,m+1})/2$	

$y_{C,m}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmjenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$  (npr. veljača)

$y_{C,m-1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmjenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu prije mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$  (ako je mjesec  $m$  bila veljača onda je mjesec  $m-1$  siječanj)

$y_{C,m+1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmjenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu nakon mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$  (ako je mjesec  $m$  bila veljača onda je mjesec  $m+1$  ožujak)

Ako je  $(1/y_C)$  negativan za pojedini mjesec, mijenja se s najbližom pozitivnom vrijednošću.

Ukupni broj dana hlađenja u mjesecu:

$$L_{C,m} = f_{C,m} d_m \quad [d/mj] \quad (2.24)$$

Ukupni broj dana sezone hlađenja zbraja se za mjesece kod kojih nema potrebe za grijanjem i kod kojih je energija za hlađenje pozitivna. U graničnim mjesecima u kojima ima i potrebe i za grijanjem i za hlađenjem (npr. travanj, listopad) zbrajaju se dani u kojima grijanje ne radi.

# ZAKLJUČAK

- Usporedno s donošenjem Tehničkih propisa (N.N. 79/05, 110/08 i dop.), počeli smo koristiti računalne programe za proračun potrebne toplinske energije za grijanje (i hlađenje) što je u svakom slučaju omogućilo brzu implementaciju propisa kroz projektiranje u praksu.
- Zahvaljujući računalnim programima mogli smo započeti s provedbom energijskog certificiranja u Hrvatskoj
- Potrebno je doraditi propise i pravilnike radi što ujednačenijeg pristupa proračunu i korištenja određenih parametara donesenih na nacionalnoj razini.
- Potrebno je dodatno usklađivanje Tehničkog propisa i Pravilnika o energetske certificiranju bilo kroz doradu Metodologije provođenja energijskih pregleda, bilo kroz dodatak Pravilniku, odnosno Propisu.
- Daljnji radovi na harmonizaciji prihvaćenih europskih normi po pitanju proračuna u odnosu na toplinsku zaštitu i racionalnu uporabu energije.

# HVALA NA POZORNOSTI!

**Knauf Insulation d.o.o.**  
**Varaždinska 140**  
**42220 Novi Marof**

[www.knaufinsulation.hr](http://www.knaufinsulation.hr)

<http://www.knaufinsulation.hr/ki-expert-2013>