Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

KI Expert - novosti
Toplinski mostovi
Dinamičke toplinske značajke
Gubici prema tlu
ETICS sustavi s teškim oblogama

Silvio Novak, dipl.ing.građ.

Osijek, 6.5.2023. godine

Novosti u KI Expertu – predstavljanje buduće inačice s implementiranim i planiranim proračunima

Negativna vrijednost Eprim (kWh/m2)

Poštovani,
Kao što smo i ranije naveli, sustav IEC za sada ne poznaje negativne vrijednosti ili nulu - mora biti upisana minimalna pozitivna vrijednost, a to je 0,01 da bi se mogao izračunati energetski razred i spremiti promjene.
Dakle, nema nove XSD sheme, nego vaš računalni program kad šalje podatke u IEC umjesto negativne vrijednosti treba slati najmanju pozitivnu vrijednost (zato je i prijedlog 0,01).
Nova direktiva predviđa i mogućnost dodatne energije te će se zgrade koje proizvode više energije nego što potroše svrstavati u neki A+ razred, i ta će promjena utjecati na novi način certificiranja i prilagodbu IEC-a, ali do donošenja nove direktive sustav se neće mijenjati.

Srdačan pozdrav,

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga
uređenja, graditeljstva
i državne imovine

Uprava za energetsku učinkovitost u zgradarstvu,
projekte i programe Europske unije
Sektor za energetsku učinkovitost u zgradarstvu
t: +38513782170
e: infoiec@mpgi.hr
Ulica Republike Austrije 14 | 10000 Zagreb
www.mgipu.hr

Detaljni **satni podaci**

A.11 Određivanje potrebne toplinske energije za grijanje/hlađenje
(kontinuirani i nekontinuirani rad)

Proračun za karakterističan dan
Dnevno (integracija za period kada sustav radi):

$$Q_{HC,nd,day} = \frac{1}{1000}\sum_{i=1}^{24}\Phi_{HC,nd,i}\cdot t \quad \text{[kWh]} \qquad (A.24)$$

$\Phi_{HC,nd,i}$ - potrebna snaga za grijanje/hlađenje u periodima kada sustav radi (W)
$Q_{HC,nd,day}$ - dnevna potrebna toplinska energija za grijanje/hlađenje (kWh)
t - korak proračuna, t = 1 h

Napomena 1: U periodu kada sustav ne radi, u proračunu (A.13 do A.23) treba računati sa $\Phi_{HC,nd,i}$ =0.

Napomena 2: Posebno se zbrajaju pozitivne vrijednosti ($Q_{H,nd,day}$), a posebno negativne vrijednosti ($Q_{C,nd,day}$)
Napomena 3: U sve daljnje proračuna uzima se apsulutna vrijednost potrebne snage, odnosno toplinske energije za hlađenje ($Q_{C,nd,day}$)

Mjesečno (integracija kroz cijeli mjesec):

$$Q_{HC,nd,m} = \sum_i Q_{HC,nd,day,i}\cdot d_{use,tj}/7\cdot L_{HC,m,i}/d_i \quad \text{[kWh]} \qquad (A.25)$$

$d_{use,tj}$ –broj dana rada sustava u tjednu (d/tj);
d_i – ukupan broj dana u mjesecu (d).
$L_{HC,m,i}$ – broj dana kad ima potrebe za grijanjem/hlađenjem u pojedinom mjesecu (d/mj), određen prema 1.3.6 i 2.5.

Godišnje (inegracija kroz cijelu godinu):

$$Q_{HC,nd,a} = \sum_i Q_{HC,nd,m,i} \quad \text{[kWh/a]} \qquad (A.26a)$$

Proračun za sve sate u godini
Ukoliko se proračun radi za 8760 sati mjesečna potrebne energija za grijanje/hlađenje računa se prema:

$$Q_{HC,nd,m} = \frac{1}{1000}\sum_{i=A}^{B}\Phi_{HC,nd,i}\cdot t \quad \text{[kWh]} \qquad (A.26b)$$

gdje je:
t - korak proračuna, t = 1 h;
A – početni sat mjeseca (Tablica A.2);
B – završni sat mjeseca (Tablica A.2).

Proračun za sve sate u godini

$$Q_{int,m} = \frac{1}{1000}\sum_{i=A}^{B}\Phi_{int,i} \quad \text{[kWh]} \qquad (A.32)$$

$Q_{int,m}$ - mjesečni toplinski dobitak od unutarnjih izvora topline (kWh)

$$Q_{sol,m} = \frac{1}{1000}\sum_{i=A}^{B}\Phi_{sol,i} \quad \text{[kWh]} \qquad (A.33)$$

$Q_{sol,m}$ - mjesečni toplinski dobitak od Sunčeva zračenja (kWh)

$$Q_{ve,m} = \frac{1}{1000}\sum_{i=A}^{B}\left(H_{ve,inf,i} + H_{ve,win,i} + 0{,}34\cdot V_{mech,sup}\right)\cdot\left(\vartheta_{int,set}-\vartheta_e\right) \text{[kWh]} \qquad (A.34)$$

$Q_{ve,m}$ - mjesečno izmjenjena toplinska energija ventilacijom (kWh)
$V_{mech,sup}$ - volumni protok vanjskog zraka mehaničkom ventilacijom (m^3/h)

$$Q_{tr,m} = \frac{1}{1000}\sum_{i=A}^{B}\left[\left(H_{tr,w,i} + H_{tr,op,i}\right)\cdot\left(\vartheta_{int,set} - \vartheta_e\right) + \Phi_m\right] \quad \text{[kWh]} \qquad (A.35)$$

$Q_{tr,m}$ - mjesečno izmjenjena toplinska energija transmisijom (kWh)
Φ_m - toplinski tok izmjene topline s tlom za proračunski mjesec (W)

$$y_{H,m} = \frac{Q_{int,m}+Q_{sol,m}}{Q_{tr,m}+Q_{ve,m}} \quad [-] \qquad (A.36)$$

$y_{H,m}$ - omjer toplinskih dobitaka i ukupne izmjenjenje topline transmisijom i ventilacijom u promatranom mjesecu

Dobivenim omjerom ulazi se u proračune opisane u poglavlju 1.3.4 (za određivanje mjesečnog faktora iskorištenja toplinskih dobitaka $\eta_{H,gn}$), odnosno u poglavlje 2.3 (za određivanje mjesečnog faktora iskorištenja toplinskih gubitaka $\eta_{C,ls}$).

Kod proračuna iskorištenja iskoristivih toplinskih gubitaka prethodni omjer se računa prema:

$$y_{H,m} = \frac{Q_{int,m}+Q_{sol,m}+\sum Q_{rbl,m}}{Q_{tr,m}+Q_{ve,m}} \quad [-] \qquad (A.37)$$

$\sum Q_{rbl,m}$ – ukupni zbroj iskoristivih toplinskih dobitaka svih podsustava u pojedinom mjesecu (vidi jedn. (1.4) Algoritama za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode) [kWh]

Meteorološki podaci

- Algoritam za pripremu meteoroloških podataka kod izračuna energijskog svojstva zgrada, objavljen 08.12.2020., do daljnjeg nije u obveznoj primjeni

Centar za transfer tehnologije d.o.o.
Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb • www.ctt.hr • ctt@fsb.hr • tel: +385 16168567

Algoritam za pripremu meteoroloških podataka kod izračuna energijskog svojstva zgrada

Autor:
prof.dr.sc. Damir Dović, dipl.ing.stroj.

Zagreb, listopad 2020.

SADRŽAJ

UVOD

1. Proračun Sunčevog zračenja na nagnutu plohu prema HRN EN ISO 52010-1:2017 Energijska svojstva zgrada -- Vanjski klimatski uvjeti -- 1. dio: Pretvorba klimatskih podataka za energetski izračun
2. Korekcija proračunske temperature u ovisnosti o nadmorskoj visini prema HRN EN ISO 15927-5:2008 Značajke zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Proračun i prikaz klimatskih podataka -- 5. dio: Podaci za proračun toplinskog opterećenja za grijanje prostora
3. Korištenje satnih meteoroloških podataka iz baze Joint Research Center (JRC)
   3.1 Općenito o JRC
   3.2 Postupak učitavanja podataka iz baze
   3.3 Učitavanje mjesečnih vrijednosti na nagnutu plohu
   3.4 Učitavanje dnevnih vrijednosti na nagnutu plohu
   3.5 Učitavanje satnih vrijednosti na nagnutu plohu
4. Primjeri proračuna
   4.1 Proračun za meteo postaju Zagreb-Maksimir
   4.1 Proračun za meteo postaju Split-Marjan

LITERATURA

Meteorološki podaci

3. Korištenje satnih meteoroloških podataka iz baze Joint Research Center (JRC)

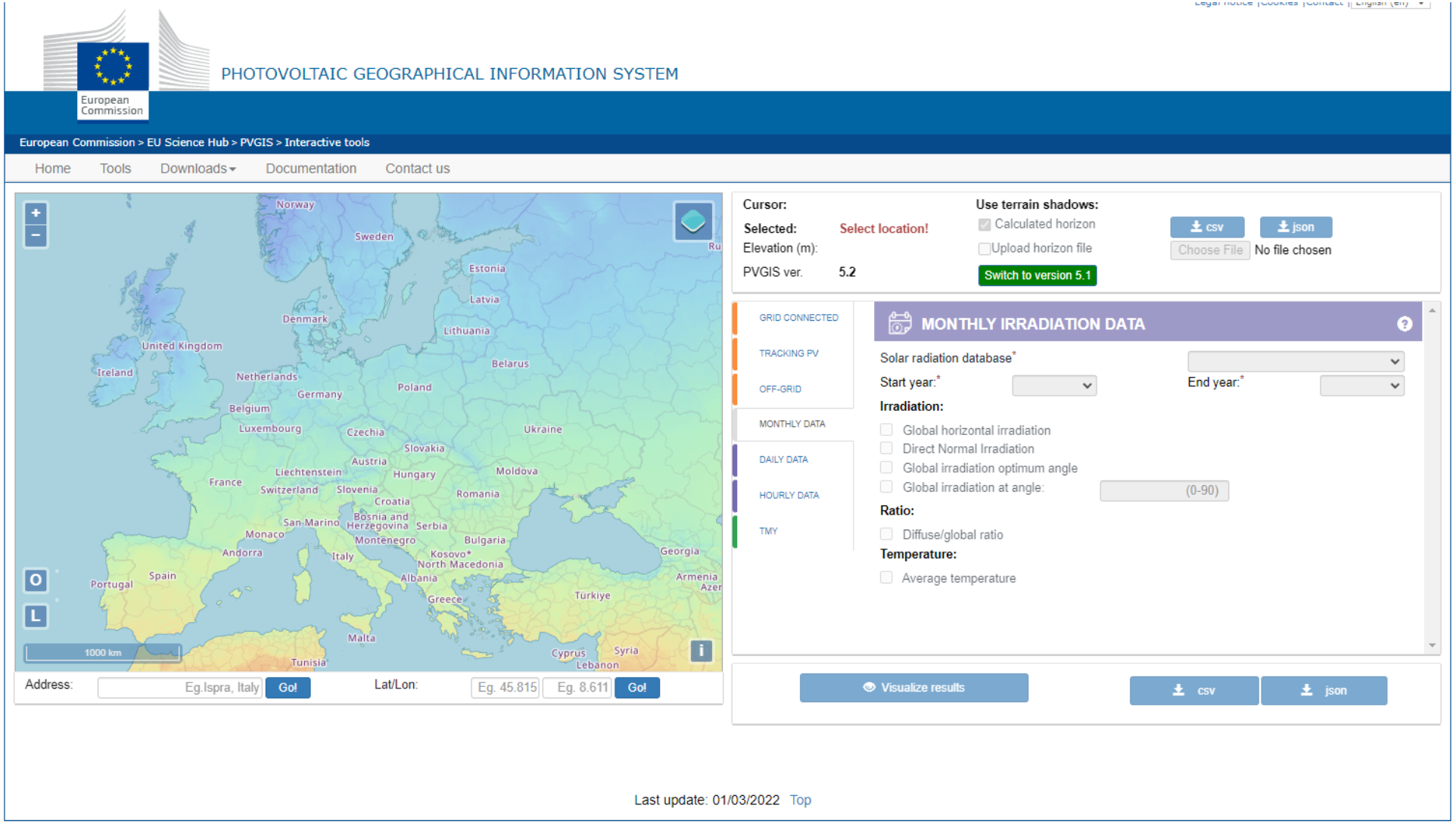
3.1 Općenito o JRC

Baza EU Joint Research Center (JRC) sadži satne podatke o temperaturi, reativnoj vlažnosti, brzini vjetra, Sunčevom zračenju, brzini vjetra i atmosferskom tlaku zraka za period od 2005. do 2016. g. za područje Europe te dio ostatka Svijeta (Afrika, dio Azije, dio S. i J.Amerike).
U ovom su Algoritmu korišteni podaci za karakterističnu meteorološku godinu (Typical meteorological year - TMY) koja je izvedena za odabrani period od 10 godina na način da je odabran karakterističan mjesec iz svake godine prema proceduri iz norme HRN EN ISO 15927-4 [3].
Podaci o Sunčevom zračenju su izračunati temeljem satelitskih snimaka kroz CM SAF suradnju (http://www.cmsaf.eu), dok su ostale navedene meteo veličine dobivene iz ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ERA-interim reanalysis (http://www.ecmwf.int). Temperatura zraka je korigirana prema nadmorskoj visini. Podaci dobiveni kroz 'Reanalysis' se temelje na numeričkim prognostičkim modelima uz korekcije prema stvarnim mjerenjima.
Vrijednosti Sunčevog zračenja su validirane mjerenim podacima na površini Zemlje. Navedeni proračuni Sunčevog zračenja temeljem satelitskih snimaka daju vrijednosti globalnog zračenja na horizontalnu plogu $G_{sol,g}$ i direktnog zračenja $G_{sol,b}$.
Za proračun ostalih komponenti potrebnih za proračun zračenja na nagnutu plohu koristi se anizotropska metoda difuznog zračenja s dvije komponente Muneer (1990) [8].
Stoga se podaci o proračunatim vrijednostima na nagnutu plohu razlikuju od onih dobivenih ovim Algoritmom (gdje je korišten postupak prema EN ISO 52010-1).

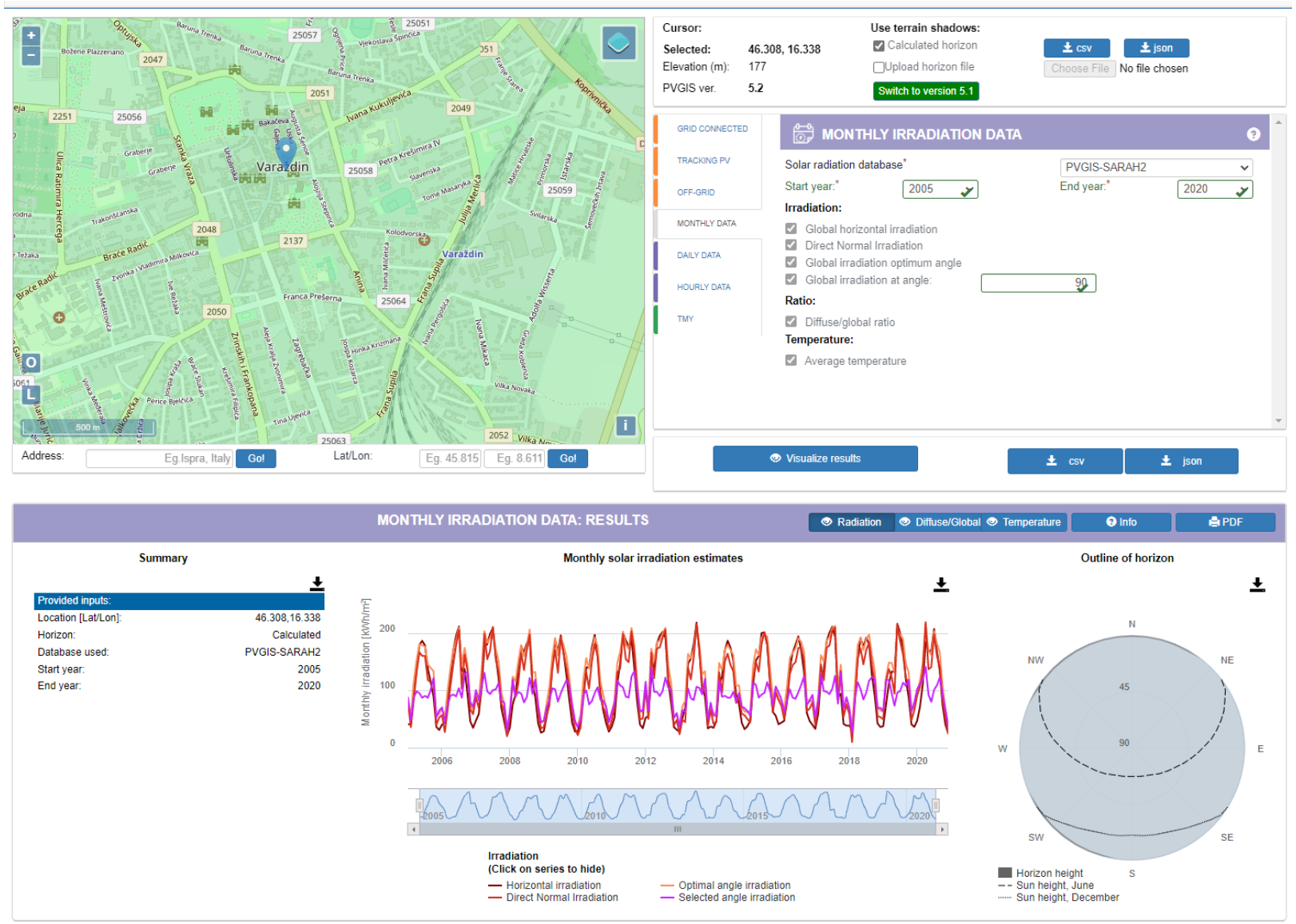
3.2 Postupak učitavanja podataka iz baze

Alat za odabir i učitavanje podataka je dostupan na web stranici https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR [9]. Podaci se mogu učitati kao satni, dnevni, mjesečni u raznim formatima ovisno o programu u kojem se koriste. Također, dostupan je i grafički prikaz rezultata za odabrani nagib i orijentaciju plohe te vremenski period. Za obradu podataka u excelu potrebno je učitati podatke u .csv formatu. U nastavku je opisano učitavanje podataka za karakterističnu godinu, obzirom da su oni relevantni za proračune energijskog svojstva zgrade.

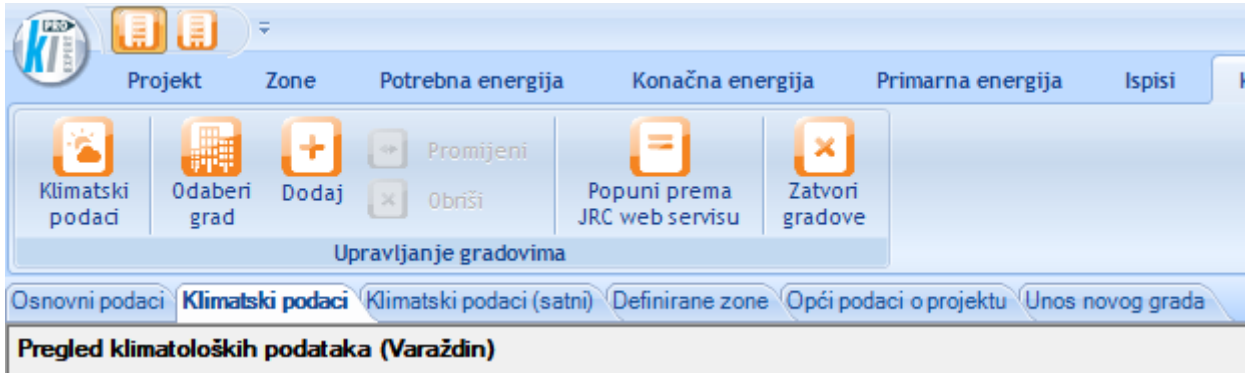
Meteorološki podaci

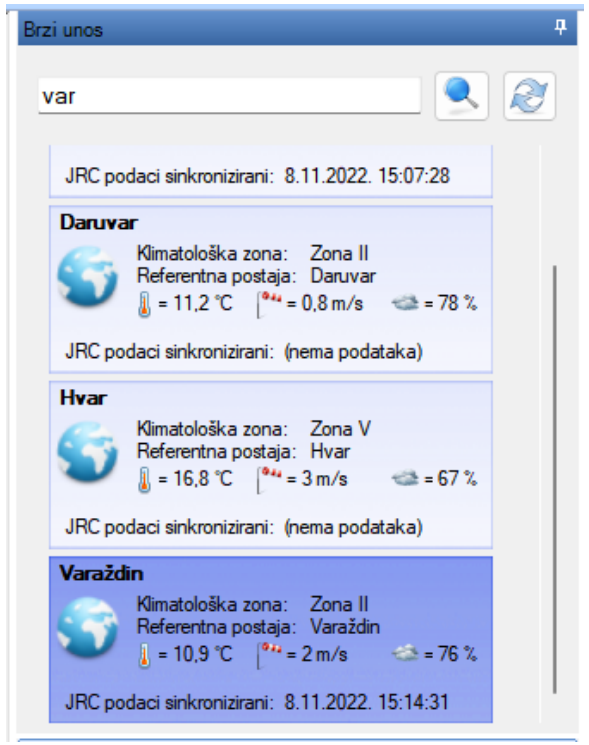


Meteorološki podaci



Meteorološki podaci





Meteorološki podaci

An official website of the European Union How do you know?

API Non-Interactive Service

All the PVGIS tools can be accessed non-interactively using our web APIs. The entrypoints are:

PVGIS 5.1: https://re.jrc.ec.europa.eu/api/v5_1/tool_name?param1=value1&param2=value2&...

PVGIS 5.2: https://re.jrc.ec.europa.eu/api/v5_2/tool_name?param1=value1&param2=value2&...

NB The old entrypoint https://re.jrc.ec.europa.eu/api/tool_name?param1=value1&param2=value2&... will continue serve PVGIS 5.1 for a limited period.

The variables are:

- *tool_name: PVcalc, SHScalc, MRcalc, DRcalc, seriescalc, tmy, printhorizon.*
- *param1=value1, param2=value2, ...*: input parameters of the tool with their corresponding values concatenated in a query string format.

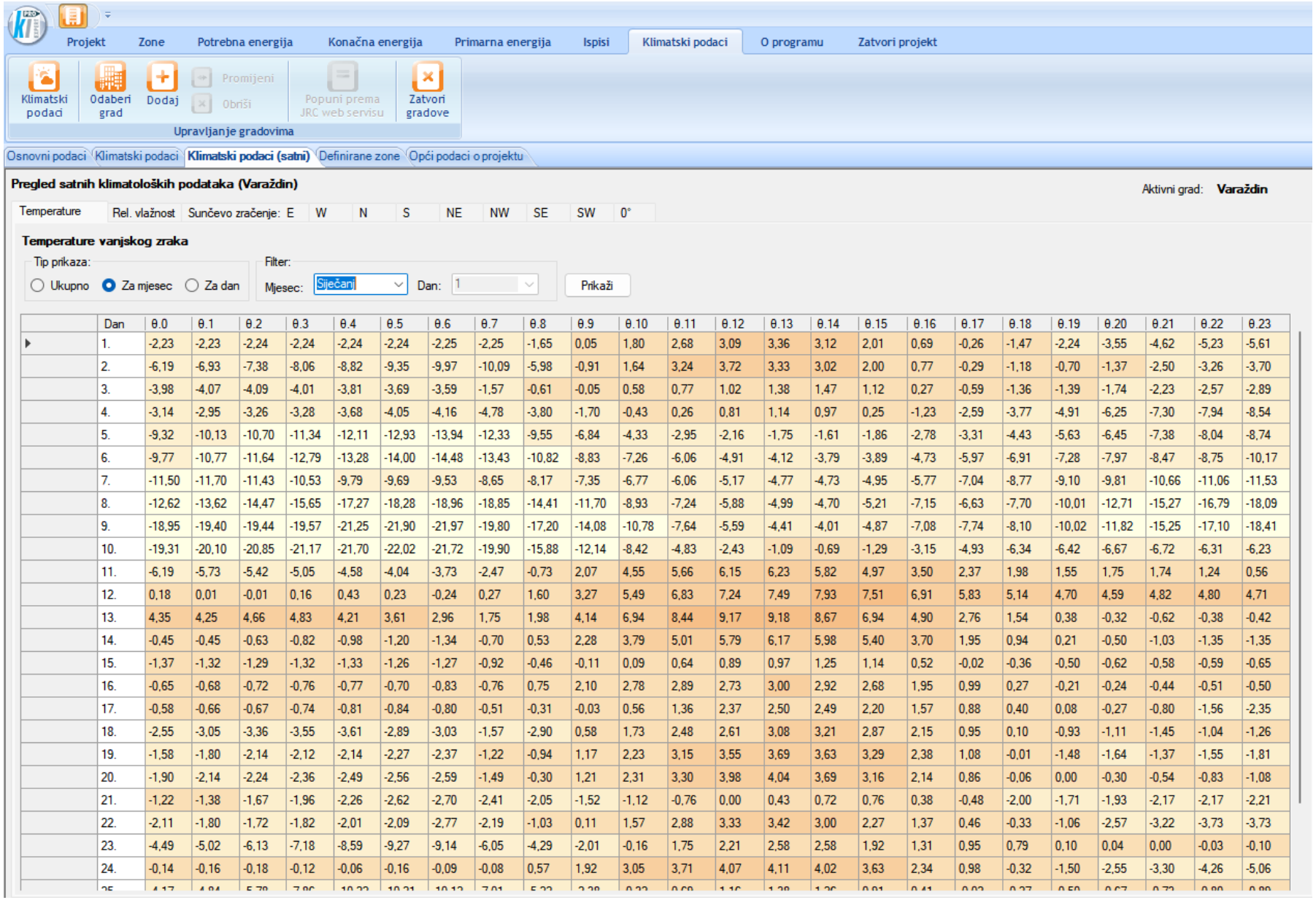
PVGIS APIs can be called directly using different languages like Python, NodeJS, Perl, Java and many others. Such languages have libraries to ease API calls management. Please, for more information check the documentation of the specific language used.

Warning: access to PVGIS APIs via AJAX is not allowed. Please, do not ask for changes in our CORS policy since these requests will be rejected by the system administrators.

When you report an error, please always specify the exact URL, the parameters used, the exact

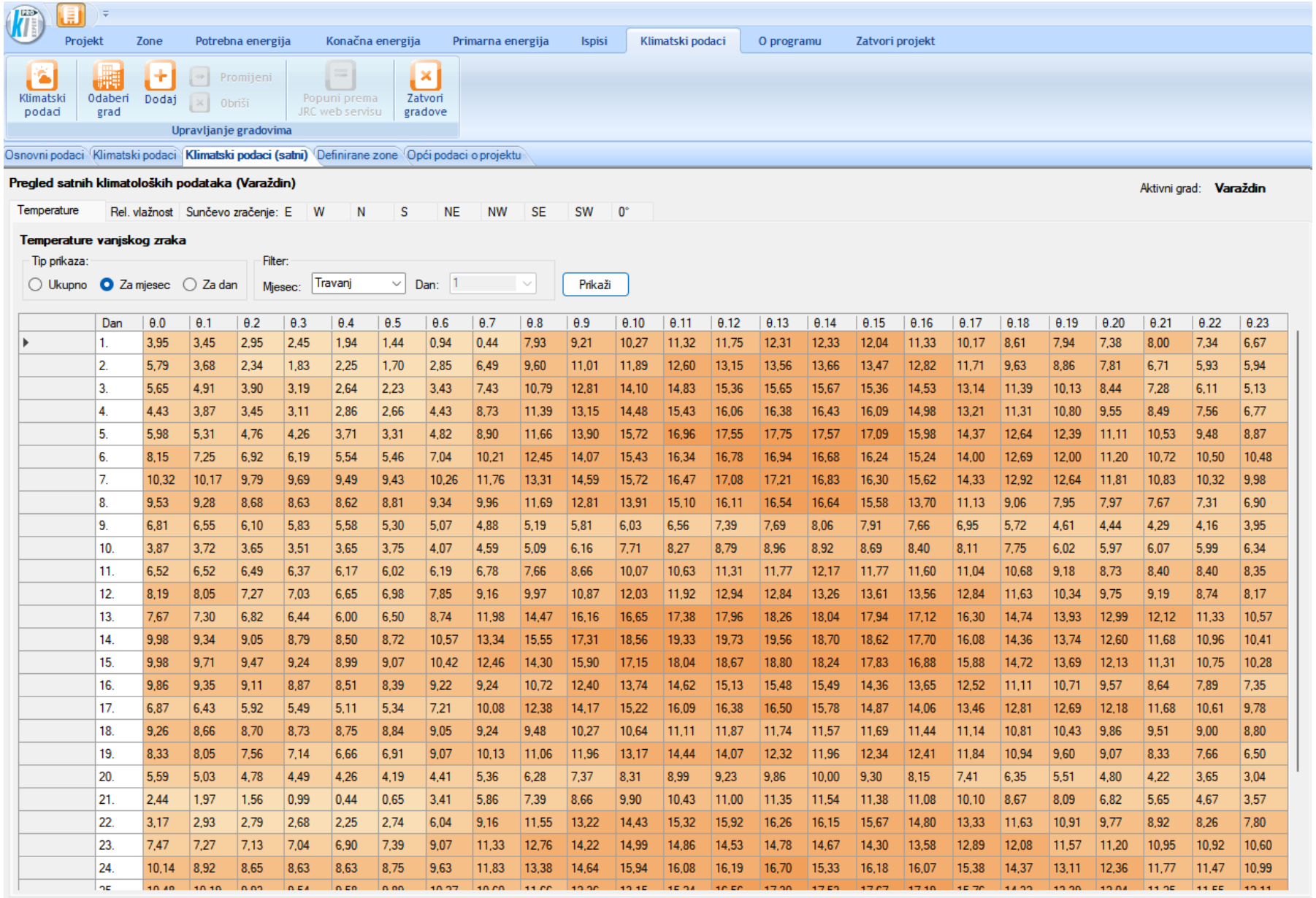
Your cookie preferences have been saved. To change your preferences at any time, see our cookies policy or visit the link in the page footer. Close

Meteorološki podaci



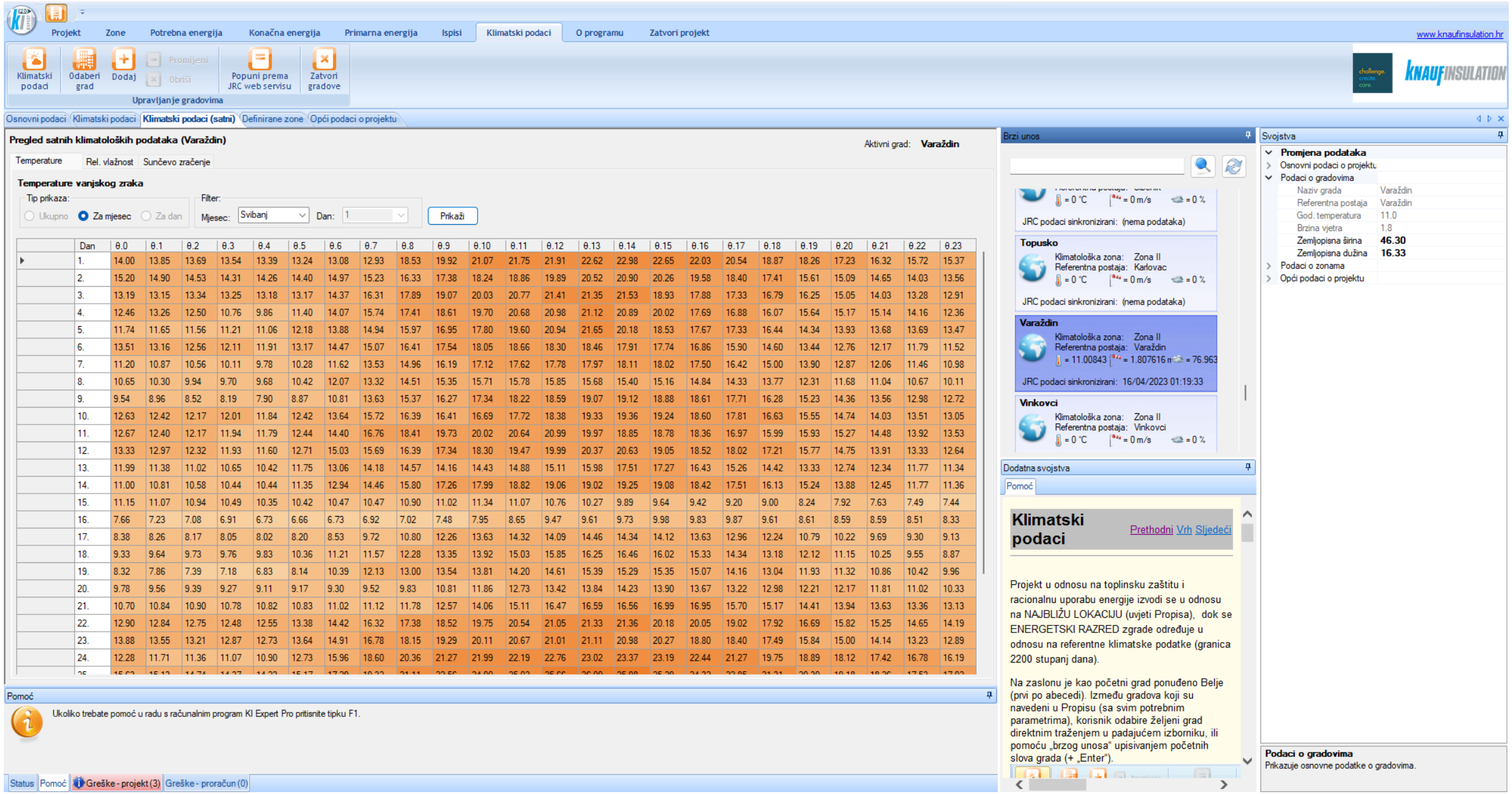
Dan	θ.0	θ.1	θ.2	θ.3	θ.4	θ.5	θ.6	θ.7	θ.8	θ.9	θ.10	θ.11	θ.12	θ.13	θ.14	θ.15	θ.16	θ.17	θ.18	θ.19	θ.20	θ.21	θ.22	θ.23
1.	-2,23	-2,23	-2,24	-2,24	-2,24	-2,24	-2,25	-2,25	-1,65	0,05	1,80	2,68	3,09	3,36	3,12	2,01	0,69	-0,26	-1,47	-2,24	-3,55	-4,62	-5,23	-5,61
2.	-6,19	-6,93	-7,38	-8,06	-8,82	-9,35	-9,97	-10,09	-5,98	-0,91	1,64	3,24	3,72	3,33	3,02	2,00	0,77	-0,29	-1,18	-0,70	-1,37	-2,50	-3,26	-3,70
3.	-3,98	-4,07	-4,09	-4,01	-3,81	-3,69	-3,59	-1,57	-0,61	-0,05	0,58	0,77	1,02	1,38	1,47	1,12	0,27	-0,59	-1,36	-1,39	-1,74	-2,23	-2,57	-2,89
4.	-3,14	-2,95	-3,26	-3,28	-3,68	-4,05	-4,16	-4,78	-3,80	-1,70	-0,43	0,26	0,81	1,14	0,97	0,25	-1,23	-2,59	-3,77	-4,91	-6,25	-7,30	-7,94	-8,54
5.	-9,32	-10,13	-10,70	-11,34	-12,11	-12,93	-13,94	-12,33	-9,55	-6,84	-4,33	-2,95	-2,16	-1,75	-1,61	-1,86	-2,78	-3,31	-4,43	-5,63	-6,45	-7,38	-8,04	-8,74
6.	-9,77	-10,77	-11,64	-12,79	-13,28	-14,00	-14,48	-13,43	-10,82	-8,83	-7,26	-6,06	-4,91	-4,12	-3,79	-3,89	-4,73	-5,97	-6,91	-7,28	-7,97	-8,47	-8,75	-10,17
7.	-11,50	-11,70	-11,43	-10,53	-9,79	-9,69	-9,53	-8,65	-8,17	-7,35	-6,77	-6,06	-5,17	-4,77	-4,73	-4,95	-5,77	-7,04	-8,77	-9,10	-9,81	-10,66	-11,06	-11,53
8.	-12,62	-13,62	-14,47	-15,65	-17,27	-18,28	-18,96	-18,85	-14,41	-11,70	-8,93	-7,24	-5,88	-4,99	-4,70	-5,21	-7,15	-6,63	-7,70	-10,01	-12,71	-15,27	-16,79	-18,09
9.	-18,95	-19,40	-19,44	-19,57	-21,25	-21,90	-21,97	-19,80	-17,20	-14,08	-10,78	-7,64	-5,59	-4,41	-4,01	-4,87	-7,08	-7,74	-8,10	-10,02	-11,82	-15,25	-17,10	-18,41
10.	-19,31	-20,10	-20,85	-21,17	-21,70	-22,02	-21,72	-19,90	-15,88	-12,14	-8,42	-4,83	-2,43	-1,09	-0,69	-1,29	-3,15	-4,93	-6,34	-6,42	-6,67	-6,72	-6,31	-6,23
11.	-6,19	-5,73	-5,42	-5,05	-4,58	-4,04	-3,73	-2,47	-0,73	2,07	4,55	5,66	6,15	6,23	5,82	4,97	3,50	2,37	1,98	1,55	1,75	1,74	1,24	0,56
12.	0,18	0,01	-0,01	0,16	0,43	0,23	-0,24	0,27	1,60	3,27	5,49	6,83	7,24	7,49	7,93	7,51	6,91	5,83	5,14	4,70	4,59	4,82	4,80	4,71
13.	4,35	4,25	4,66	4,83	4,21	3,61	2,96	1,75	1,98	4,14	6,94	8,44	9,17	9,18	8,67	6,94	4,90	2,76	1,54	0,38	-0,32	-0,62	-0,38	-0,42
14.	-0,45	-0,45	-0,63	-0,82	-0,98	-1,20	-1,34	-0,70	0,53	2,28	3,79	5,01	5,79	6,17	5,98	5,40	3,70	1,95	0,94	0,21	-0,50	-1,03	-1,35	-1,35
15.	-1,37	-1,32	-1,29	-1,32	-1,33	-1,26	-1,27	-0,92	-0,46	-0,11	0,09	0,64	0,89	0,97	1,25	1,14	0,52	-0,02	-0,36	-0,50	-0,62	-0,58	-0,59	-0,65
16.	-0,65	-0,68	-0,72	-0,76	-0,77	-0,70	-0,83	-0,76	0,75	2,10	2,78	2,89	2,73	3,00	2,92	2,68	1,95	0,99	0,27	-0,21	-0,24	-0,44	-0,51	-0,50
17.	-0,58	-0,66	-0,67	-0,74	-0,81	-0,84	-0,80	-0,51	-0,31	-0,03	0,56	1,36	2,37	2,50	2,49	2,20	1,57	0,88	0,40	0,08	-0,27	-0,80	-1,56	-2,35
18.	-2,55	-3,05	-3,36	-3,55	-3,61	-2,89	-3,03	-1,57	-2,90	0,58	1,73	2,48	2,61	3,08	3,21	2,87	2,15	0,95	0,10	-0,93	-1,11	-1,45	-1,04	-1,26
19.	-1,58	-1,80	-2,14	-2,12	-2,14	-2,27	-2,37	-1,22	-0,94	1,17	2,23	3,15	3,55	3,69	3,63	3,29	2,38	1,08	-0,01	-1,48	-1,64	-1,37	-1,55	-1,81
20.	-1,90	-2,14	-2,24	-2,36	-2,49	-2,56	-2,59	-1,49	-0,30	1,21	2,31	3,30	3,98	4,04	3,69	3,16	2,14	0,86	-0,06	0,00	-0,30	-0,54	-0,83	-1,08
21.	-1,22	-1,38	-1,67	-1,96	-2,26	-2,62	-2,70	-2,41	-2,05	-1,52	-1,12	-0,76	0,00	0,43	0,72	0,76	0,38	-0,48	-2,00	-1,71	-1,93	-2,17	-2,17	-2,21
22.	-2,11	-1,80	-1,72	-1,82	-2,01	-2,09	-2,77	-2,19	-1,03	0,11	1,57	2,88	3,33	3,42	3,00	2,27	1,37	0,46	-0,33	-1,06	-2,57	-3,22	-3,73	-3,73
23.	-4,49	-5,02	-6,13	-7,18	-8,59	-9,27	-9,14	-6,05	-4,29	-2,01	-0,16	1,75	2,21	2,58	2,58	1,92	1,31	0,95	0,79	0,10	0,04	0,00	-0,03	-0,10
24.	-0,14	-0,16	-0,18	-0,12	-0,06	-0,16	-0,09	-0,08	0,57	1,92	3,05	3,71	4,07	4,11	4,02	3,63	2,34	0,98	-0,32	-1,50	-2,55	-3,30	-4,26	-5,06

Meteorološki podaci



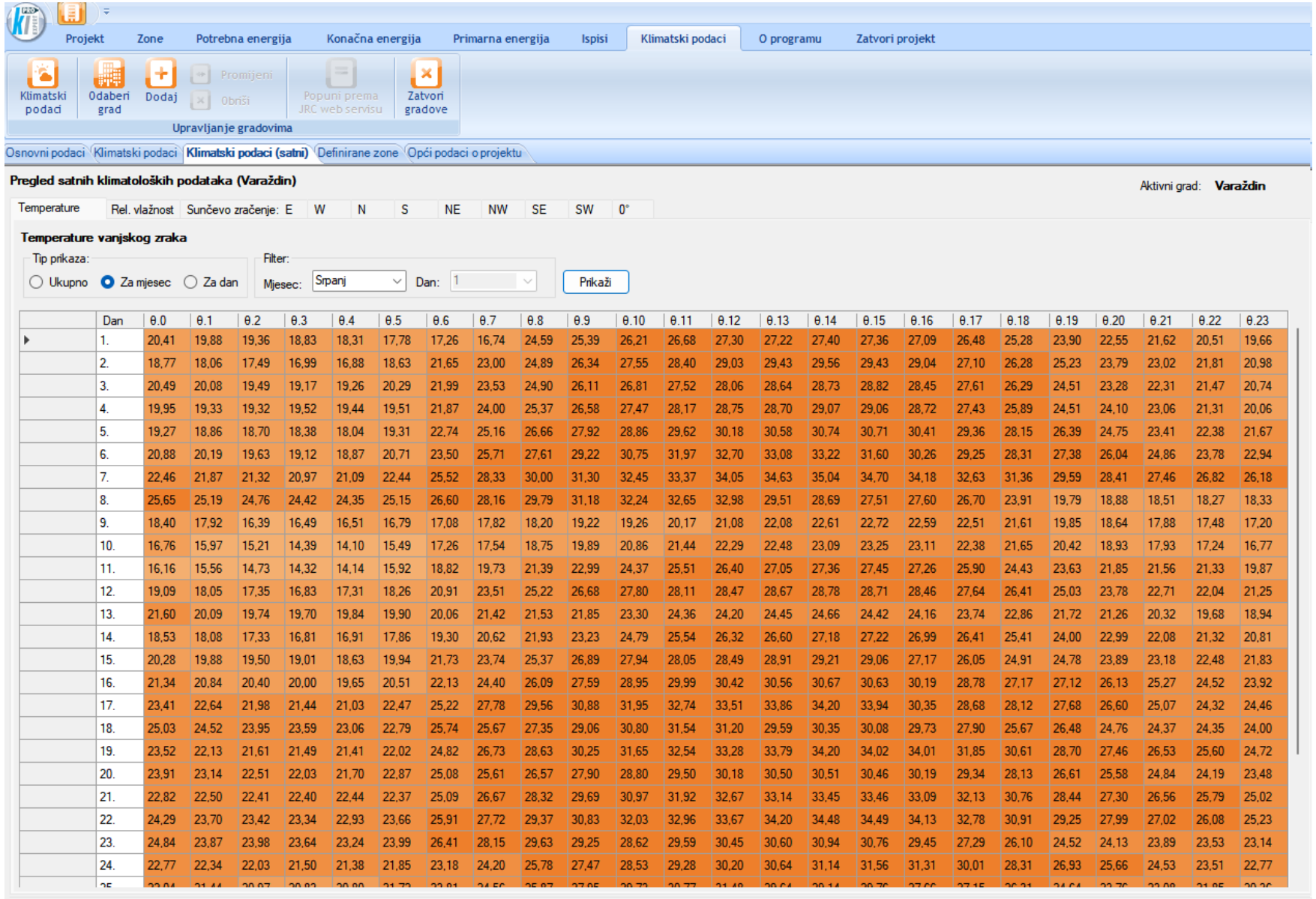
Dan	θ.0	θ.1	θ.2	θ.3	θ.4	θ.5	θ.6	θ.7	θ.8	θ.9	θ.10	θ.11	θ.12	θ.13	θ.14	θ.15	θ.16	θ.17	θ.18	θ.19	θ.20	θ.21	θ.22	θ.23
1.	3,95	3,45	2,95	2,45	1,94	1,44	0,94	0,44	7,93	9,21	10,27	11,32	11,75	12,31	12,33	12,04	11,33	10,17	8,61	7,94	7,38	8,00	7,34	6,67
2.	5,79	3,68	2,34	1,83	2,25	1,70	2,85	6,49	9,60	11,01	11,89	12,60	13,15	13,56	13,66	13,47	12,82	11,71	9,63	8,86	7,81	6,71	5,93	5,94
3.	5,65	4,91	3,90	3,19	2,64	2,23	3,43	7,43	10,79	12,81	14,10	14,83	15,36	15,65	15,67	15,36	14,53	13,14	11,39	10,13	8,44	7,28	6,11	5,13
4.	4,43	3,87	3,45	3,11	2,86	2,66	4,43	8,73	11,39	13,15	14,48	15,43	16,06	16,38	16,43	16,09	14,98	13,21	11,31	10,80	9,55	8,49	7,56	6,77
5.	5,98	5,31	4,76	4,26	3,71	3,31	4,82	8,90	11,66	13,90	15,72	16,96	17,55	17,75	17,57	17,09	15,98	14,37	12,64	12,39	11,11	10,53	9,48	8,87
6.	8,15	7,25	6,92	6,19	5,54	5,46	7,04	10,21	12,45	14,07	15,43	16,34	16,78	16,94	16,68	16,24	15,24	14,00	12,69	12,00	11,20	10,72	10,50	10,48
7.	10,32	10,17	9,79	9,69	9,49	9,43	10,26	11,76	13,31	14,59	15,72	16,47	17,08	17,21	16,83	16,30	15,62	14,33	12,92	12,64	11,81	10,83	10,32	9,98
8.	9,53	9,28	8,68	8,63	8,62	8,81	9,34	9,96	11,69	12,81	13,91	15,10	16,11	16,54	16,64	15,58	13,70	11,13	9,06	7,95	7,97	7,67	7,31	6,90
9.	6,81	6,55	6,10	5,83	5,58	5,30	5,07	4,88	5,19	5,81	6,03	6,56	7,39	7,69	8,06	7,91	7,66	6,95	5,72	4,61	4,44	4,29	4,16	3,95
10.	3,87	3,72	3,65	3,51	3,65	3,75	4,07	4,59	5,09	6,16	7,71	8,27	8,79	8,96	8,92	8,69	8,40	8,11	7,75	6,02	5,97	6,07	5,99	6,34
11.	6,52	6,52	6,49	6,37	6,17	6,02	6,19	6,78	7,66	8,66	10,07	10,63	11,31	11,77	12,17	11,77	11,60	11,04	10,68	9,18	8,73	8,40	8,40	8,35
12.	8,19	8,05	7,27	7,03	6,65	6,98	7,85	9,16	9,97	10,87	12,03	11,92	12,94	12,84	13,26	13,61	13,56	12,84	11,63	10,34	9,75	9,19	8,74	8,17
13.	7,67	7,30	6,82	6,44	6,00	6,50	8,74	11,98	14,47	16,16	16,65	17,38	17,96	18,26	18,04	17,94	17,12	16,30	14,74	13,93	12,99	12,12	11,33	10,57
14.	9,98	9,34	9,05	8,79	8,50	8,72	10,57	13,34	15,55	17,31	18,56	19,33	19,73	19,56	18,70	18,62	17,70	16,08	14,36	13,74	12,60	11,68	10,96	10,41
15.	9,98	9,71	9,47	9,24	8,99	9,07	10,42	12,46	14,30	15,90	17,15	18,04	18,67	18,80	18,24	17,83	16,88	15,88	14,72	13,69	12,13	11,31	10,75	10,28
16.	9,86	9,35	9,11	8,87	8,51	8,39	9,22	9,24	10,72	12,40	13,74	14,62	15,13	15,48	15,49	14,36	13,65	12,52	11,11	10,71	9,57	8,64	7,89	7,35
17.	6,87	6,43	5,92	5,49	5,11	5,34	7,21	10,08	12,38	14,17	15,22	16,09	16,38	16,50	15,78	14,87	14,06	13,46	12,81	12,69	12,18	11,68	10,61	9,78
18.	9,26	8,66	8,70	8,73	8,75	8,84	9,05	9,24	9,48	10,27	10,64	11,11	11,87	11,74	11,57	11,69	11,44	11,14	10,81	10,43	9,86	9,51	9,00	8,80
19.	8,33	8,05	7,56	7,14	6,66	6,91	9,07	10,13	11,06	11,96	13,17	14,44	14,07	12,32	11,96	12,34	12,41	11,84	10,94	9,60	9,07	8,33	7,66	6,50
20.	5,59	5,03	4,78	4,49	4,26	4,19	4,41	5,36	6,28	7,37	8,31	8,99	9,23	9,86	10,00	9,30	8,15	7,41	6,35	5,51	4,80	4,22	3,65	3,04
21.	2,44	1,97	1,56	0,99	0,44	0,65	3,41	5,86	7,39	8,66	9,90	10,43	11,00	11,35	11,54	11,38	11,08	10,10	8,67	8,09	6,82	5,65	4,67	3,57
22.	3,17	2,93	2,79	2,68	2,25	2,74	6,04	9,16	11,55	13,22	14,43	15,32	15,92	16,26	16,15	15,67	14,80	13,33	11,63	10,91	9,77	8,92	8,26	7,80
23.	7,47	7,27	7,13	7,04	6,90	7,39	9,07	11,33	12,76	14,22	14,99	14,86	14,53	14,78	14,67	14,30	13,58	12,89	12,08	11,57	11,20	10,95	10,92	10,60
24.	10,14	8,92	8,65	8,63	8,63	8,75	9,63	11,83	13,38	14,64	15,94	16,08	16,19	16,70	15,33	16,18	16,07	15,38	14,37	13,11	12,36	11,77	11,47	10,99
25.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Meteorološki podaci



Dan	θ.0	θ.1	θ.2	θ.3	θ.4	θ.5	θ.6	θ.7	θ.8	θ.9	θ.10	θ.11	θ.12	θ.13	θ.14	θ.15	θ.16	θ.17	θ.18	θ.19	θ.20	θ.21	θ.22	θ.23
1.	14.00	13.85	13.69	13.54	13.39	13.24	13.08	12.93	18.53	19.92	21.07	21.75	21.91	22.62	22.98	22.65	22.03	20.54	18.87	18.26	17.23	16.32	15.72	15.37
2.	15.20	14.90	14.53	14.31	14.26	14.40	14.97	15.23	16.33	17.38	18.24	18.86	19.89	20.52	20.90	20.26	19.58	18.40	17.41	15.61	15.09	14.65	14.03	13.56
3.	13.19	13.15	13.34	13.25	13.18	13.17	14.37	16.31	17.89	19.07	20.03	20.77	21.41	21.35	21.53	18.93	17.88	17.33	16.79	16.25	15.05	14.03	13.28	12.91
4.	12.46	13.26	12.50	10.76	9.86	11.40	14.07	15.74	17.41	18.61	19.70	20.68	20.98	21.12	20.89	20.02	17.69	16.88	16.07	15.64	15.17	15.14	14.16	12.36
5.	11.74	11.65	11.56	11.21	11.06	12.18	13.88	14.94	15.97	16.95	17.80	19.60	20.94	21.65	20.18	18.53	17.67	17.33	16.44	14.34	13.93	13.68	13.69	13.47
6.	13.51	13.16	12.56	12.11	11.91	13.17	14.47	15.07	16.41	17.54	18.05	18.66	18.30	18.46	17.91	17.74	16.86	15.90	14.60	13.44	12.76	12.17	11.79	11.52
7.	11.20	10.87	10.56	10.11	9.78	10.28	11.62	13.53	14.96	16.19	17.12	17.62	17.78	17.97	18.11	18.02	17.50	16.42	15.00	13.90	12.87	12.06	11.46	10.98
8.	10.65	10.30	9.94	9.70	9.68	10.42	12.07	13.32	14.51	15.35	15.71	15.78	15.85	15.68	15.40	15.16	14.84	14.33	13.77	12.31	11.68	11.04	10.67	10.11
9.	9.54	8.96	8.52	8.19	7.90	8.87	10.81	13.63	15.37	16.27	17.34	18.22	18.59	19.07	19.12	18.88	18.61	17.71	16.28	15.23	14.36	13.56	12.98	12.72
10.	12.63	12.42	12.17	12.01	11.84	12.42	13.64	15.72	16.39	16.41	16.69	17.72	18.38	19.33	19.36	19.24	18.60	17.81	16.63	15.55	14.74	14.03	13.51	13.05
11.	12.67	12.40	12.17	11.94	11.79	12.44	14.40	16.76	18.41	19.73	20.02	20.64	20.99	19.97	18.85	18.78	18.36	16.97	15.99	15.93	15.27	14.48	13.92	13.53
12.	13.33	12.97	12.32	11.93	11.60	12.71	15.03	15.69	16.39	17.34	18.30	19.47	19.99	20.37	20.63	19.05	18.52	18.02	17.21	15.77	14.75	13.91	13.33	12.64
13.	11.99	11.38	11.02	10.65	10.42	11.75	13.06	14.18	14.57	14.16	14.43	14.88	15.11	15.98	17.51	17.27	16.43	15.26	14.42	13.33	12.74	12.34	11.77	11.34
14.	11.00	10.81	10.58	10.44	10.44	11.35	12.94	14.46	15.80	17.26	17.99	18.82	19.06	19.02	19.25	19.08	18.42	17.51	16.13	15.24	13.88	12.45	11.77	11.36
15.	11.15	11.07	10.94	10.49	10.35	10.42	10.47	10.47	10.90	11.02	11.34	11.07	10.76	10.27	9.89	9.64	9.42	9.20	9.00	8.24	7.92	7.63	7.49	7.44
16.	7.66	7.23	7.08	6.91	6.73	6.66	6.73	6.92	7.02	7.48	7.95	8.65	9.47	9.61	9.73	9.98	9.83	9.87	9.61	8.61	8.59	8.59	8.51	8.33
17.	8.38	8.26	8.17	8.05	8.02	8.20	8.53	9.72	10.80	12.26	13.63	14.32	14.09	14.46	14.34	14.12	13.63	12.96	12.24	10.79	10.22	9.69	9.30	9.13
18.	9.33	9.64	9.73	9.76	9.83	10.36	11.21	11.57	12.28	13.35	13.92	15.03	15.85	16.25	16.46	16.02	15.33	14.34	13.18	12.12	11.15	10.25	9.55	8.87
19.	8.32	7.86	7.39	7.18	6.83	8.14	10.39	12.13	13.00	13.54	13.81	14.20	14.61	15.39	15.29	15.35	15.07	14.16	13.04	11.93	11.32	10.86	10.42	9.96
20.	9.78	9.56	9.39	9.27	9.11	9.17	9.30	9.52	9.83	10.81	11.86	12.73	13.42	13.84	14.23	13.90	13.67	13.22	12.98	12.21	12.17	11.81	11.02	10.33
21.	10.70	10.84	10.90	10.78	10.82	10.83	11.02	11.12	11.78	12.57	14.06	15.11	16.47	16.59	16.56	16.99	16.95	15.70	15.17	14.41	13.94	13.63	13.36	13.13
22.	12.90	12.84	12.75	12.48	12.55	13.38	14.42	16.32	17.38	18.52	19.75	20.54	21.05	21.33	21.36	20.18	20.05	19.02	17.92	16.69	15.82	15.25	14.65	14.19
23.	13.88	13.55	13.21	12.87	12.73	13.64	14.91	16.78	18.15	19.29	20.11	20.67	21.01	21.11	20.98	20.27	18.80	18.40	17.49	15.84	15.00	14.14	13.23	12.89
24.	12.28	11.71	11.36	11.07	10.90	12.73	15.96	18.60	20.36	21.27	21.99	22.19	22.76	23.02	23.37	23.19	22.44	21.27	19.75	18.89	18.12	17.42	16.78	16.19

Meteorološki podaci



Dan	θ.0	θ.1	θ.2	θ.3	θ.4	θ.5	θ.6	θ.7	θ.8	θ.9	θ.10	θ.11	θ.12	θ.13	θ.14	θ.15	θ.16	θ.17	θ.18	θ.19	θ.20	θ.21	θ.22	θ.23
1.	20,41	19,88	19,36	18,83	18,31	17,78	17,26	16,74	24,59	25,39	26,21	26,68	27,30	27,22	27,40	27,36	27,09	26,48	25,28	23,90	22,55	21,62	20,51	19,66
2.	18,77	18,06	17,49	16,99	16,88	18,63	21,65	23,00	24,89	26,34	27,55	28,40	29,03	29,43	29,56	29,43	29,04	27,10	26,28	25,23	23,79	23,02	21,81	20,98
3.	20,49	20,08	19,49	19,17	19,26	20,29	21,99	23,53	24,90	26,11	26,81	27,52	28,06	28,64	28,73	28,82	28,45	27,61	26,29	24,51	23,28	22,31	21,47	20,74
4.	19,95	19,33	19,32	19,52	19,44	19,51	21,87	24,00	25,37	26,58	27,47	28,17	28,75	28,70	29,07	29,06	28,72	27,43	25,89	24,51	24,10	23,06	21,31	20,06
5.	19,27	18,86	18,70	18,38	18,04	19,31	22,74	25,16	26,66	27,92	28,86	29,62	30,18	30,58	30,74	30,71	30,41	29,36	28,15	26,39	24,75	23,41	22,38	21,67
6.	20,88	20,19	19,63	19,12	18,87	20,71	23,50	25,71	27,61	29,22	30,75	31,97	32,70	33,08	33,22	31,60	30,26	29,25	28,31	27,38	26,04	24,86	23,78	22,94
7.	22,46	21,87	21,32	20,97	21,09	22,44	25,52	28,33	30,00	31,30	32,45	33,37	34,05	34,63	35,04	34,70	34,18	32,63	31,36	29,59	28,41	27,46	26,82	26,18
8.	25,65	25,19	24,76	24,42	24,35	25,15	26,60	28,16	29,79	31,18	32,24	32,65	32,98	29,51	28,69	27,51	27,60	26,70	23,91	19,79	18,88	18,51	18,27	18,33
9.	18,40	17,92	16,39	16,49	16,51	16,79	17,08	17,82	18,20	19,22	19,26	20,17	21,08	22,08	22,61	22,72	22,59	22,51	21,61	19,85	18,64	17,88	17,48	17,20
10.	16,76	15,97	15,21	14,39	14,10	15,49	17,26	17,54	18,75	19,89	20,86	21,44	22,29	22,48	23,09	23,25	23,11	22,38	21,65	20,42	18,93	17,93	17,24	16,77
11.	16,16	15,56	14,73	14,32	14,14	15,92	18,82	19,73	21,39	22,99	24,37	25,51	26,40	27,05	27,36	27,45	27,26	25,90	24,43	23,63	21,85	21,56	21,33	19,87
12.	19,09	18,05	17,35	16,83	17,31	18,26	20,91	23,51	25,22	26,68	27,80	28,11	28,47	28,67	28,78	28,71	28,46	27,64	26,41	25,03	23,78	22,71	22,04	21,25
13.	21,60	20,09	19,74	19,70	19,84	19,90	20,06	21,42	21,53	21,85	23,30	24,36	24,20	24,45	24,66	24,42	24,16	23,74	22,86	21,72	21,26	20,32	19,68	18,94
14.	18,53	18,08	17,33	16,81	16,91	17,86	19,30	20,62	21,93	23,23	24,79	25,54	26,32	26,60	27,18	27,22	26,99	26,41	25,41	24,00	22,99	22,08	21,32	20,81
15.	20,28	19,88	19,50	19,01	18,63	19,94	21,73	23,74	25,37	26,89	27,94	28,05	28,49	28,91	29,21	29,06	27,17	26,05	24,91	24,78	23,89	23,18	22,48	21,83
16.	21,34	20,84	20,40	20,00	19,65	20,51	22,13	24,40	26,09	27,59	28,95	29,99	30,42	30,56	30,67	30,63	30,19	28,78	27,17	27,12	26,13	25,27	24,52	23,92
17.	23,41	22,64	21,98	21,44	21,03	22,47	25,22	27,78	29,56	30,88	31,95	32,74	33,51	33,86	34,20	33,94	30,35	28,68	28,12	27,68	26,60	25,07	24,32	24,46
18.	25,03	24,52	23,95	23,59	23,06	22,79	25,74	25,67	27,35	29,06	30,80	31,54	31,20	29,59	30,35	30,08	29,73	27,90	25,67	26,48	24,76	24,37	24,35	24,00
19.	23,52	22,13	21,61	21,49	21,41	22,02	24,82	26,73	28,63	30,25	31,65	32,54	33,28	33,79	34,20	34,02	34,01	31,85	30,61	28,70	27,46	26,53	25,60	24,72
20.	23,91	23,14	22,51	22,03	21,70	22,87	25,08	25,61	26,57	27,90	28,80	29,50	30,18	30,50	30,51	30,46	30,19	29,34	28,13	26,61	25,58	24,84	24,19	23,48
21.	22,82	22,50	22,41	22,40	22,44	22,37	25,09	26,67	28,32	29,69	30,97	31,92	32,67	33,14	33,45	33,46	33,09	32,13	30,76	28,44	27,30	26,56	25,79	25,02
22.	24,29	23,70	23,42	23,34	22,93	23,66	25,91	27,72	29,37	30,83	32,03	32,96	33,67	34,20	34,48	34,49	34,13	32,78	30,91	29,25	27,99	27,02	26,08	25,23
23.	24,84	23,87	23,98	23,64	23,24	23,99	26,41	28,15	29,63	29,25	28,62	29,59	30,45	30,60	30,94	30,76	29,45	27,29	26,10	24,52	24,13	23,89	23,53	23,14
24.	22,77	22,34	22,03	21,50	21,38	21,85	23,18	24,20	25,78	27,47	28,53	29,28	30,20	30,64	31,14	31,56	31,31	30,01	28,31	26,93	25,66	24,53	23,51	22,77

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna

PRIMJER Stambena, negrijani, sustav grijanja i hlađenja_rev.svibanj2019 - KI Expert Pro [v7.11.1.0]

Projekt | Zone | Potrebna energija | Konačna energija | Primarna energija | Ispisi | Toplinski gubici | Ventilacija | O programu | Zatvori projekt

Ventilacija | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija | Free cooling | Zatvori

Ventilacija

Ukupni toplinski gubici | Ventilacijski gubici | Toplinski transmisijski gubici | Ostali toplinski gubici

Podaci perioda grijanja
Podaci perioda hlađenja

Tip prikaza: Ukupno / Za mjesec / Za dan

Filter: Mjesec: Siječanj Dan: 1 Prikaži

Rezultati proračuna | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija i protok zraka | Free cooling

Mjesec	$H_{Ve,inf,H}$ [W/K]	$H_{Ve,win,H}$ [W/K]	$H_{H,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{H,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,H}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,H}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,H}$ [kWh]	$Q_{H,Ve,mech}$ [kWh]	Q_{Ve} [kWh]	Mjesec	$H_{Ve,inf,C}$ [W/K]	$H_{Ve,win,C}$ [W/K]	$H_{Free\ cool}$ [W/K]	$H_{C,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{C,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,C}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,C}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,C}$ [kWh]
Siječ...	671,35	239,77	304,30	1126,66	20,00	0,40	9796,14	3498,62	2997,79	16292,56	Siječ...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	0,40	10795,11	3855,40
Velja...	671,35	239,77	304,46	1126,78	20,00	2,20	8028,55	2867,34	2388,46	13284,35	Velja...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	2,20	8930,84	3189,59
Ožuj...	671,35	239,77	306,21	1128,02	20,00	6,40	6788,83	2424,58	1932,21	11145,62	Ožuj...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	6,40	7787,80	2781,36
Trav...	671,35	239,77	309,39	1130,27	20,00	11,20	4247,63	1517,01	1100,41	6865,05	Trav...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	11,20	5214,38	1862,28
Svib...	671,35	239,77	313,48	929,24	20,00	16,20	1900,12	678,62	45,09	2623,82	Svib...	671,35	239,77	0,00	1204,33	1636,31	22,00	16,20	2899,09	1035,39
Lipanj	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	19,60	199,39	71,21	0,00	270,60	Lipanj	671,35	239,77	0,00	685,27	1396,52	22,00	19,60	1166,14	416,48
Srpanj	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,20	-603,54	-215,55	0,00	-819,10	Srpanj	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,20	395,43	141,22
Kolo...	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	20,50	-251,82	-89,94	0,00	-341,76	Kolo...	671,35	239,77	0,00	686,66	1397,50	22,00	20,50	747,15	266,84
Rujan	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	15,50	2175,18	776,85	0,00	2952,02	Rujan	671,35	239,77	0,00	1206,18	1765,49	22,00	15,50	3141,92	1122,11
Listo...	671,35	239,77	311,26	1130,76	20,00	10,70	4645,21	1659,00	1297,51	7601,73	Listo...	671,35	239,77	0,00	1201,91	914,35	22,00	10,70	5644,18	2015,78
Stud...	671,35	239,77	307,91	1129,22	20,00	6,00	6765,20	2416,14	2035,92	11217,26	Stud...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	6,00	7731,94	2761,41
Prosi...	671,35	239,77	304,73	1126,97	20,00	0,80	9596,35	3427,27	2964,47	15988,09	Prosi...	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	0,80	10595,32	3784,04
	671,35	**239,77**	**306,99**	**1038,85**	**20,00**	**10,94**	**53287,...**	**19031,...**	**14761,...**	**87080,...**		**671,35**	**239,77**	**0,00**	**872,89**	**1162,62**	**22,00**	**10,94**	**65049,...**	**23231,...**

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna

PRIMJER Stambena, negrijani, sustav grijanja i hlađenja_rev.svibanj2019 - KI Expert Pro [v7.11.1.0]

Projekt | Zone | Potrebna energija | Konačna energija | Primarna energija | Ispisi | Toplinski gubici | Ventilacija | O programu | Zatvori projekt

Ventilacija | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija | Free cooling | Zatvori

Ventilacija

Ukupni toplinski gubici | Ventilacijski gubici | Toplinski transmisijski gubici | Ostali toplinski gubici

Podaci perioda grijanja
Podaci perioda hlađenja

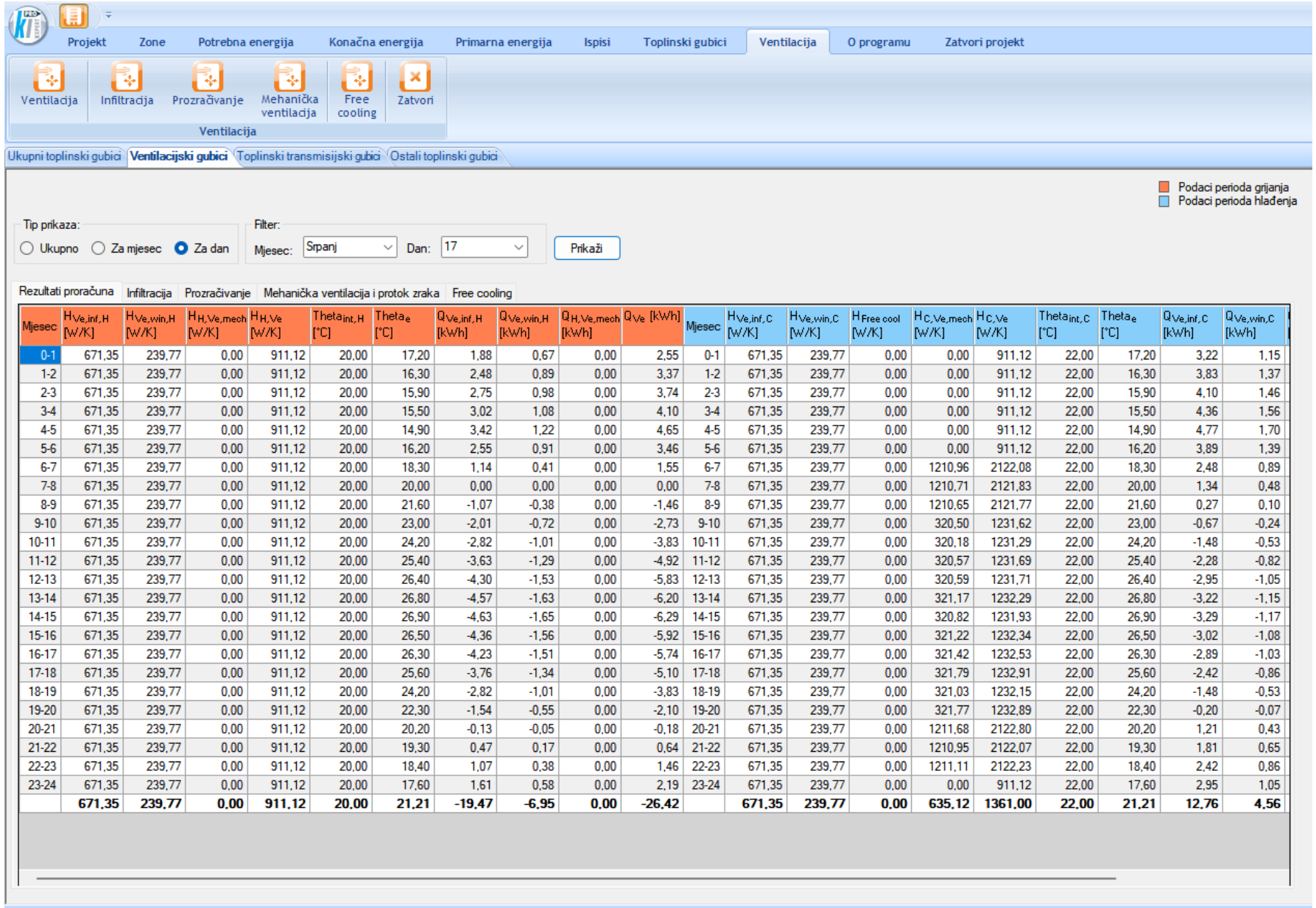
Tip prikaza: Ukupno / Za mjesec / Za dan

Filter: Mjesec: Srpanj Dan: 1 Prikaži

Rezultati proračuna | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija i protok zraka | Free cooling

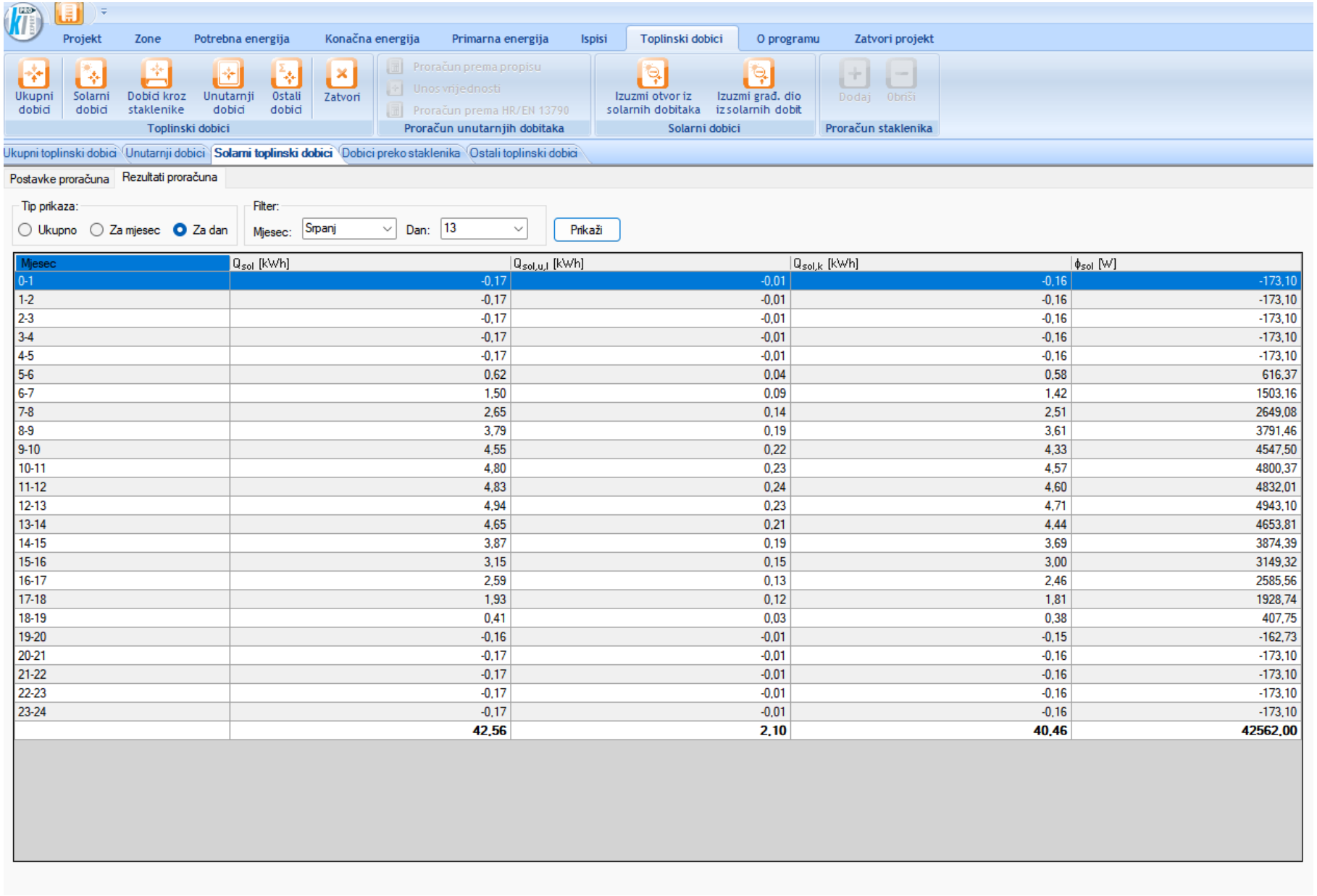
Mjesec	$H_{Ve,inf,H}$ [W/K]	$H_{Ve,win,H}$ [W/K]	$H_{H,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{H,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,H}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,H}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,H}$ [kWh]	$Q_{H,Ve,mech}$ [kWh]	Q_{Ve} [kWh]	Mjesec	$H_{Ve,inf,C}$ [W/K]	$H_{Ve,win,C}$ [W/K]	$H_{Free\ cool}$ [W/K]	$H_{C,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{C,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,C}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,C}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,C}$ [kWh]
1	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	1	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
2	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	2	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
3	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	3	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
4	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	4	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
5	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	5	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
6	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	6	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
7	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	7	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
8	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	8	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
9	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	9	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
10	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	10	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
11	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	11	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
12	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	12	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
13	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	13	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
14	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	14	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
15	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	15	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
16	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	16	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
17	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	17	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
18	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	18	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
19	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	19	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
20	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	20	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
21	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	21	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
22	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	22	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
23	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	23	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
24	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	24	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
25	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	25	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
26	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	26	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
27	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	27	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5
28	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,21	-19,47	-6,95	0,00	-26,42	28	671,35	239,77	0,00	635,12	1361,00	22,00	21,21	12,76	4,5

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna



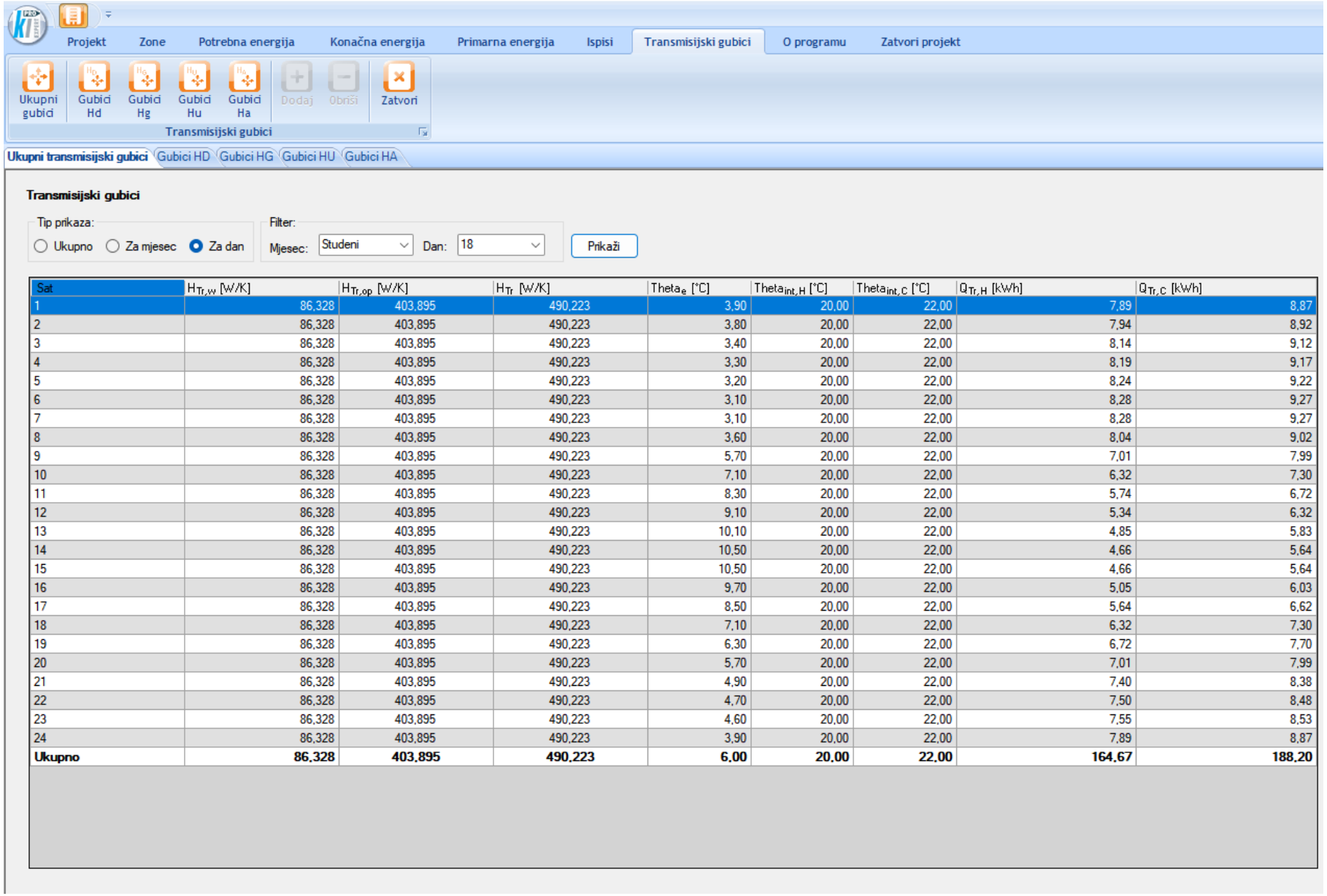
Mjesec	$H_{Ve,inf,H}$ [W/K]	$H_{Ve,win,H}$ [W/K]	$H_{H,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{H,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,H}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,H}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,H}$ [kWh]	$Q_{H,Ve,mech}$ [kWh]	Q_{Ve} [kWh]	Mjesec	$H_{Ve,inf,C}$ [W/K]	$H_{Ve,win,C}$ [W/K]	$H_{Free\ cool}$ [W/K]	$H_{C,Ve,mech}$ [W/K]	$H_{C,Ve}$ [W/K]	$Theta_{int,C}$ [°C]	$Theta_e$ [°C]	$Q_{Ve,inf,C}$ [kWh]	$Q_{Ve,win,C}$ [kWh]
0-1	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	17,20	1,88	0,67	0,00	2,55	0-1	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	17,20	3,22	1,15
1-2	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	16,30	2,48	0,89	0,00	3,37	1-2	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	16,30	3,83	1,37
2-3	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	15,90	2,75	0,98	0,00	3,74	2-3	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	15,90	4,10	1,46
3-4	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	15,50	3,02	1,08	0,00	4,10	3-4	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	15,50	4,36	1,56
4-5	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	14,90	3,42	1,22	0,00	4,65	4-5	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	14,90	4,77	1,70
5-6	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	16,20	2,55	0,91	0,00	3,46	5-6	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	16,20	3,89	1,39
6-7	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	18,30	1,14	0,41	0,00	1,55	6-7	671,35	239,77	0,00	1210,96	2122,08	22,00	18,30	2,48	0,89
7-8	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7-8	671,35	239,77	0,00	1210,71	2121,83	22,00	20,00	1,34	0,48
8-9	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	21,60	-1,07	-0,38	0,00	-1,46	8-9	671,35	239,77	0,00	1210,65	2121,77	22,00	21,60	0,27	0,10
9-10	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	23,00	-2,01	-0,72	0,00	-2,73	9-10	671,35	239,77	0,00	320,50	1231,62	22,00	23,00	-0,67	-0,24
10-11	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	24,20	-2,82	-1,01	0,00	-3,83	10-11	671,35	239,77	0,00	320,18	1231,29	22,00	24,20	-1,48	-0,53
11-12	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	25,40	-3,63	-1,29	0,00	-4,92	11-12	671,35	239,77	0,00	320,57	1231,69	22,00	25,40	-2,28	-0,82
12-13	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	26,40	-4,30	-1,53	0,00	-5,83	12-13	671,35	239,77	0,00	320,59	1231,71	22,00	26,40	-2,95	-1,05
13-14	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	26,80	-4,57	-1,63	0,00	-6,20	13-14	671,35	239,77	0,00	321,17	1232,29	22,00	26,80	-3,22	-1,15
14-15	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	26,90	-4,63	-1,65	0,00	-6,29	14-15	671,35	239,77	0,00	320,82	1231,93	22,00	26,90	-3,29	-1,17
15-16	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	26,50	-4,36	-1,56	0,00	-5,92	15-16	671,35	239,77	0,00	321,22	1232,34	22,00	26,50	-3,02	-1,08
16-17	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	26,30	-4,23	-1,51	0,00	-5,74	16-17	671,35	239,77	0,00	321,42	1232,53	22,00	26,30	-2,89	-1,03
17-18	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	25,60	-3,76	-1,34	0,00	-5,10	17-18	671,35	239,77	0,00	321,79	1232,91	22,00	25,60	-2,42	-0,86
18-19	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	24,20	-2,82	-1,01	0,00	-3,83	18-19	671,35	239,77	0,00	321,03	1232,15	22,00	24,20	-1,48	-0,53
19-20	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	22,30	-1,54	-0,55	0,00	-2,10	19-20	671,35	239,77	0,00	321,77	1232,89	22,00	22,30	-0,20	-0,07
20-21	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	20,20	-0,13	-0,05	0,00	-0,18	20-21	671,35	239,77	0,00	1211,68	2122,80	22,00	20,20	1,21	0,43
21-22	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	19,30	0,47	0,17	0,00	0,64	21-22	671,35	239,77	0,00	1210,95	2122,07	22,00	19,30	1,81	0,65
22-23	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	18,40	1,07	0,38	0,00	1,46	22-23	671,35	239,77	0,00	1211,11	2122,23	22,00	18,40	2,42	0,86
23-24	671,35	239,77	0,00	911,12	20,00	17,60	1,61	0,58	0,00	2,19	23-24	671,35	239,77	0,00	0,00	911,12	22,00	17,60	2,95	1,05
	671,35	**239,77**	**0,00**	**911,12**	**20,00**	**21,21**	**-19,47**	**-6,95**	**0,00**	**-26,42**		**671,35**	**239,77**	**0,00**	**635,12**	**1361,00**	**22,00**	**21,21**	**12,76**	**4,56**

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna



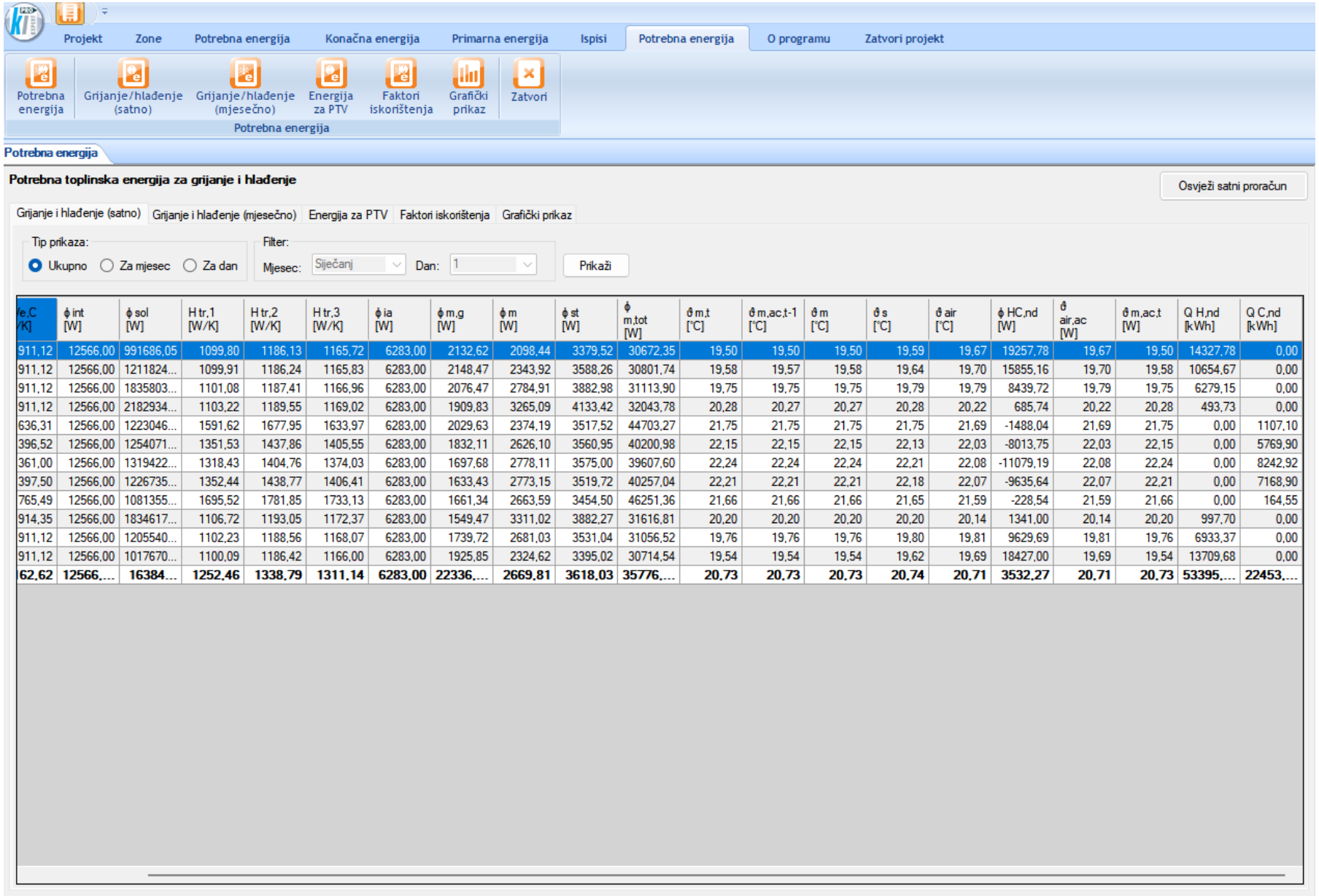
Mjesec	Q_{sol} [kWh]	$Q_{sol,u,l}$ [kWh]	$Q_{sol,k}$ [kWh]	ϕ_{sol} [W]
0-1	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
1-2	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
2-3	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
3-4	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
4-5	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
5-6	0,62	0,04	0,58	616,37
6-7	1,50	0,09	1,42	1503,16
7-8	2,65	0,14	2,51	2649,08
8-9	3,79	0,19	3,61	3791,46
9-10	4,55	0,22	4,33	4547,50
10-11	4,80	0,23	4,57	4800,37
11-12	4,83	0,24	4,60	4832,01
12-13	4,94	0,23	4,71	4943,10
13-14	4,65	0,21	4,44	4653,81
14-15	3,87	0,19	3,69	3874,39
15-16	3,15	0,15	3,00	3149,32
16-17	2,59	0,13	2,46	2585,56
17-18	1,93	0,12	1,81	1928,74
18-19	0,41	0,03	0,38	407,75
19-20	-0,16	-0,01	-0,15	-162,73
20-21	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
21-22	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
22-23	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
23-24	-0,17	-0,01	-0,16	-173,10
	42,56	**2,10**	**40,46**	**42562,00**

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna



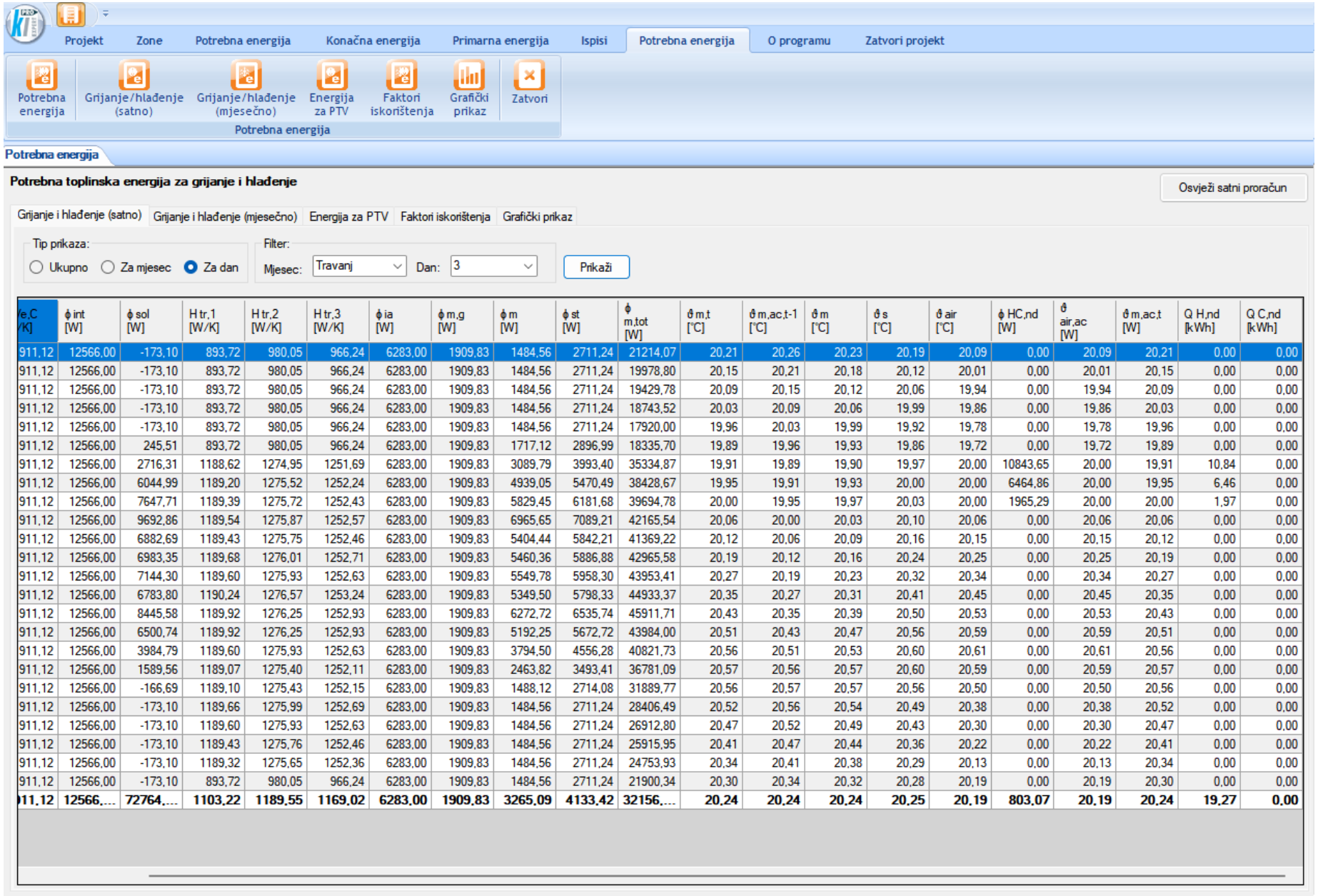
Sat	$H_{Tr,w}$ [W/K]	$H_{Tr,op}$ [W/K]	H_{Tr} [W/K]	$Theta_e$ [°C]	$Theta_{int,H}$ [°C]	$Theta_{int,C}$ [°C]	$Q_{Tr,H}$ [kWh]	$Q_{Tr,C}$ [kWh]
1	86,328	403,895	490,223	3,90	20,00	22,00	7,89	8,87
2	86,328	403,895	490,223	3,80	20,00	22,00	7,94	8,92
3	86,328	403,895	490,223	3,40	20,00	22,00	8,14	9,12
4	86,328	403,895	490,223	3,30	20,00	22,00	8,19	9,17
5	86,328	403,895	490,223	3,20	20,00	22,00	8,24	9,22
6	86,328	403,895	490,223	3,10	20,00	22,00	8,28	9,27
7	86,328	403,895	490,223	3,10	20,00	22,00	8,28	9,27
8	86,328	403,895	490,223	3,60	20,00	22,00	8,04	9,02
9	86,328	403,895	490,223	5,70	20,00	22,00	7,01	7,99
10	86,328	403,895	490,223	7,10	20,00	22,00	6,32	7,30
11	86,328	403,895	490,223	8,30	20,00	22,00	5,74	6,72
12	86,328	403,895	490,223	9,10	20,00	22,00	5,34	6,32
13	86,328	403,895	490,223	10,10	20,00	22,00	4,85	5,83
14	86,328	403,895	490,223	10,50	20,00	22,00	4,66	5,64
15	86,328	403,895	490,223	10,50	20,00	22,00	4,66	5,64
16	86,328	403,895	490,223	9,70	20,00	22,00	5,05	6,03
17	86,328	403,895	490,223	8,50	20,00	22,00	5,64	6,62
18	86,328	403,895	490,223	7,10	20,00	22,00	6,32	7,30
19	86,328	403,895	490,223	6,30	20,00	22,00	6,72	7,70
20	86,328	403,895	490,223	5,70	20,00	22,00	7,01	7,99
21	86,328	403,895	490,223	4,90	20,00	22,00	7,40	8,38
22	86,328	403,895	490,223	4,70	20,00	22,00	7,50	8,48
23	86,328	403,895	490,223	4,60	20,00	22,00	7,55	8,53
24	86,328	403,895	490,223	3,90	20,00	22,00	7,89	8,87
Ukupno	**86,328**	**403,895**	**490,223**	**6,00**	**20,00**	**22,00**	**164,67**	**188,20**

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna



ve,C /K]	ϕ int [W]	ϕ sol [W]	H tr,1 [W/K]	H tr,2 [W/K]	H tr,3 [W/K]	ϕ ia [W]	ϕ m,g [W]	ϕ m [W]	ϕ st [W]	ϕ m,tot [W]	ϑ m,t [°C]	ϑ m,ac,t-1 [°C]	ϑ m [°C]	ϑ s [°C]	ϑ air [°C]	ϕ HC,nd [W]	ϑ air,ac [W]	ϑ m,ac,t [W]	Q H,nd [kWh]	Q C,nd [kWh]
911,12	12566,00	991686,05	1099,80	1186,13	1165,72	6283,00	2132,62	2098,44	3379,52	30672,35	19,50	19,50	19,50	19,59	19,67	19257,78	19,67	19,50	14327,78	0,00
911,12	12566,00	1211824...	1099,91	1186,24	1165,83	6283,00	2148,47	2343,92	3588,26	30801,74	19,58	19,57	19,58	19,64	19,70	15855,16	19,70	19,58	10654,67	0,00
911,12	12566,00	1835803...	1101,08	1187,41	1166,96	6283,00	2076,47	2784,91	3882,98	31113,90	19,75	19,75	19,75	19,79	19,79	8439,72	19,79	19,75	6279,15	0,00
911,12	12566,00	2182934...	1103,22	1189,55	1169,02	6283,00	1909,83	3265,09	4133,42	32043,78	20,28	20,27	20,27	20,28	20,22	685,74	20,22	20,28	493,73	0,00
636,31	12566,00	1223046...	1591,62	1677,95	1633,97	6283,00	2029,63	2374,19	3517,52	44703,27	21,75	21,75	21,75	21,75	21,69	-1488,04	21,69	21,75	0,00	1107,10
396,52	12566,00	1254071...	1351,53	1437,86	1405,55	6283,00	1832,11	2626,10	3560,95	40200,98	22,15	22,15	22,15	22,13	22,03	-8013,75	22,03	22,15	0,00	5769,90
361,00	12566,00	1319422...	1318,43	1404,76	1374,03	6283,00	1697,68	2778,11	3575,00	39607,60	22,24	22,24	22,24	22,21	22,08	-11079,19	22,08	22,24	0,00	8242,92
397,50	12566,00	1226735...	1352,44	1438,77	1406,41	6283,00	1633,43	2773,15	3519,72	40257,04	22,21	22,21	22,21	22,18	22,07	-9635,64	22,07	22,21	0,00	7168,90
765,49	12566,00	1081355...	1695,52	1781,85	1733,13	6283,00	1661,34	2663,59	3454,50	46251,36	21,66	21,66	21,66	21,65	21,59	-228,54	21,59	21,66	0,00	164,55
914,35	12566,00	1834617...	1106,72	1193,05	1172,37	6283,00	1549,47	3311,02	3882,27	31616,81	20,20	20,20	20,20	20,20	20,14	1341,00	20,14	20,20	997,70	0,00
911,12	12566,00	1205540...	1102,23	1188,56	1168,07	6283,00	1739,72	2681,03	3531,04	31056,52	19,76	19,76	19,76	19,80	19,81	9629,69	19,81	19,76	6933,37	0,00
911,12	12566,00	1017670...	1100,09	1186,42	1166,00	6283,00	1925,85	2324,62	3395,02	30714,54	19,54	19,54	19,54	19,62	19,69	18427,00	19,69	19,54	13709,68	0,00
62,62	**12566,...**	**16384...**	**1252,46**	**1338,79**	**1311,14**	**6283,00**	**22336,...**	**2669,81**	**3618,03**	**35776,...**	**20,73**	**20,73**	**20,73**	**20,74**	**20,71**	**3532,27**	**20,71**	**20,73**	**53395,...**	**22453,...**

Satni podaci – prikaz rezultata proračuna



e,C /K]	ϕ int [W]	ϕ sol [W]	H tr,1 [W/K]	H tr,2 [W/K]	H tr,3 [W/K]	ϕ ia [W]	ϕ m,g [W]	ϕ m [W]	ϕ st [W]	ϕ m,tot [W]	ϑ m,t [°C]	ϑ m,ac,t-1 [°C]	ϑ m [°C]	ϑ s [°C]	ϑ air [°C]	ϕ HC,nd [W]	ϑ air,ac [W]	ϑ m,ac,t [W]	Q H,nd [kWh]	Q C,nd [kWh]
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	21214,07	20,21	20,26	20,23	20,19	20,09	0,00	20,09	20,21	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	19978,80	20,15	20,21	20,18	20,12	20,01	0,00	20,01	20,15	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	19429,78	20,09	20,15	20,12	20,06	19,94	0,00	19,94	20,09	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	18743,52	20,03	20,09	20,06	19,99	19,86	0,00	19,86	20,03	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	17920,00	19,96	20,03	19,99	19,92	19,78	0,00	19,78	19,96	0,00	0,00
911,12	12566,00	245,51	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1717,12	2896,99	18335,70	19,89	19,96	19,93	19,86	19,72	0,00	19,72	19,89	0,00	0,00
911,12	12566,00	2716,31	1188,62	1274,95	1251,69	6283,00	1909,83	3089,79	3993,40	35334,87	19,91	19,89	19,90	19,97	20,00	10843,65	20,00	19,91	10,84	0,00
911,12	12566,00	6044,99	1189,20	1275,52	1252,24	6283,00	1909,83	4939,05	5470,49	38428,67	19,95	19,91	19,93	20,00	20,00	6464,86	20,00	19,95	6,46	0,00
911,12	12566,00	7647,71	1189,39	1275,72	1252,43	6283,00	1909,83	5829,45	6181,68	39694,78	20,00	19,95	19,97	20,03	20,00	1965,29	20,00	20,00	1,97	0,00
911,12	12566,00	9692,86	1189,54	1275,87	1252,57	6283,00	1909,83	6965,65	7089,21	42165,54	20,06	20,00	20,03	20,10	20,06	0,00	20,06	20,06	0,00	0,00
911,12	12566,00	6882,69	1189,43	1275,75	1252,46	6283,00	1909,83	5404,44	5842,21	41369,22	20,12	20,06	20,09	20,16	20,15	0,00	20,15	20,12	0,00	0,00
911,12	12566,00	6983,35	1189,68	1276,01	1252,71	6283,00	1909,83	5460,36	5886,88	42965,58	20,19	20,12	20,16	20,24	20,25	0,00	20,25	20,19	0,00	0,00
911,12	12566,00	7144,30	1189,60	1275,93	1252,63	6283,00	1909,83	5549,78	5958,30	43953,41	20,27	20,19	20,23	20,32	20,34	0,00	20,34	20,27	0,00	0,00
911,12	12566,00	6783,80	1190,24	1276,57	1253,24	6283,00	1909,83	5349,50	5798,33	44933,37	20,35	20,27	20,31	20,41	20,45	0,00	20,45	20,35	0,00	0,00
911,12	12566,00	8445,58	1189,92	1276,25	1252,93	6283,00	1909,83	6272,72	6535,74	45911,71	20,43	20,35	20,39	20,50	20,53	0,00	20,53	20,43	0,00	0,00
911,12	12566,00	6500,74	1189,92	1276,25	1252,93	6283,00	1909,83	5192,25	5672,72	43984,00	20,51	20,43	20,47	20,56	20,59	0,00	20,59	20,51	0,00	0,00
911,12	12566,00	3984,79	1189,60	1275,93	1252,63	6283,00	1909,83	3794,50	4556,28	40821,73	20,56	20,51	20,53	20,60	20,61	0,00	20,61	20,56	0,00	0,00
911,12	12566,00	1589,56	1189,07	1275,40	1252,11	6283,00	1909,83	2463,82	3493,41	36781,09	20,57	20,56	20,57	20,60	20,59	0,00	20,59	20,57	0,00	0,00
911,12	12566,00	-166,69	1189,10	1275,43	1252,15	6283,00	1909,83	1488,12	2714,08	31889,77	20,56	20,57	20,57	20,56	20,50	0,00	20,50	20,56	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	1189,66	1275,99	1252,69	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	28406,49	20,52	20,56	20,54	20,49	20,38	0,00	20,38	20,52	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	1189,60	1275,93	1252,63	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	26912,80	20,47	20,52	20,49	20,43	20,30	0,00	20,30	20,47	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	1189,43	1275,76	1252,46	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	25915,95	20,41	20,47	20,44	20,36	20,22	0,00	20,22	20,41	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	1189,32	1275,65	1252,36	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	24753,93	20,34	20,41	20,38	20,29	20,13	0,00	20,13	20,34	0,00	0,00
911,12	12566,00	-173,10	893,72	980,05	966,24	6283,00	1909,83	1484,56	2711,24	21900,34	20,30	20,34	20,32	20,28	20,19	0,00	20,19	20,30	0,00	0,00
911,12	**12566,...**	**72764,...**	**1103,22**	**1189,55**	**1169,02**	**6283,00**	**1909,83**	**3265,09**	**4133,42**	**32156,...**	**20,24**	**20,24**	**20,24**	**20,25**	**20,19**	**803,07**	**20,19**	**20,24**	**19,27**	**0,00**

Meteorološki podaci – toplinski dobici

gdje su:
$F_{sh,ob}$ – faktor zasjenjena od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja;
$S_{S,k}$ – srednja dozračena energija sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela k za promatrani period (MJ/m^2), za mjesečni proračun podaci dani u Tablici 1.19 ;
$A_{sol,k}$ – efektivna površina građevnog elementa (otvora, zida) k na koju upada sunčevo zračenje (m^2);
$F_{r,k}$ – faktor oblika između otvora k i neba (za nezasjenjeni vodoravni krov $F_{r,k} = 1$, za nezasjenjeni okomiti zid $F_{r,k} = 0{,}5$);
$\Phi_{r,k}$ – toplinski tok zračenjem od površine otvora k prema nebu (W);
t - proračunsko vrijeme (h) (**Tablica 1.8**).

$A_{sol,k}$ – efektivna površina otvora k (prozirnog elementa) na koju upada sunčevo zračenje (m^2)

Efektivna površina otvora k (prozirnog elementa) se u mjesečnoj metodi računa prema:

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{pr} \quad [\mathrm{m}^2] \qquad \text{HRN EN 13790 (44)} \qquad (1.65)$$

$$g_{gl} = F_W \cdot g_{\perp} \quad [-] \qquad \text{HRN EN 13790 (47)} \qquad (1.66a)$$

Kod satne metode se efektivna površina otvora k (prozirnog elementa) računa prema (ako je intezitet Sunčeva zračenja manji od 300 W/m^2):

$$A_{sol,k} = g_{gl}(1 - F_F)\, A_{\mathrm{pr}} \quad [\mathrm{m}^2] \qquad (1.67)$$

ukoliko je intezitet Sunčeva zračenja manji od 300 W/m^2 tada se računa prema:

$$A_{sol,k} = g_{gl+sh}(1 - F_F)\, A_{\mathrm{pr}} \quad [\mathrm{m}^2] \qquad (1.68)$$

gdje su:
$F_{sh,gl}$ – faktor smanjenja zbog sjene od pomičnog zasjenjenja;
g_{gl} – ukupna propusnost Sunčeva zračenja kroz prozirne elemente kada pomično zasjenjenje nije uključeno;
$g_{\perp}$ – stupanj propuštanja ukupnog zračenja okomito na ostakljenje kada pomično zasjenjenje nije uključeno, **Tablica 1.10**;
$F_W = 0{,}9$ – faktor smanjenja zbog ne okomitog upada sunčevog zračenja;
F_F – udio ploštine prozorskog okvira u ukupnoj površini prozora (0,2 - 0,3);
A_{pr} – ukupna površina prozora (m^2).

Faktor smanjenja zbog sjene od pomičnog zasjenjenja računa se prema sljedećem izrazu:

$$F_{sh,gl} = \frac{(1 - f_{with}) g_{gl} + f_{with} g_{gl+sh}}{g_{gl}} \quad [-] \qquad \text{HRN EN 13790 (49)} \qquad (1.69)$$

gdje su:
g_{gl+sh} – ukupna propusnost Sunčeva zračenja kroz prozirne elemente s uključenom pomičnom zaštitom:

$$g_{gl+sh} = F_W \cdot g_{\perp} \cdot F_C \quad [-]$$

F_C - faktor smanjenja zbog sjene od pomičnog zasjenjenja, **Tablica 1.9**;
f_{with} – udio vremena s uključenom pomičnom zaštitom (kod proračuna $Q_{H,nd}$ uzima se da je zaštita uključena ako je intezitet Sunčeva zračenja veći od 300 W/m^2), **Tablica 1.11**,

Dizalice topline zrak-zrak

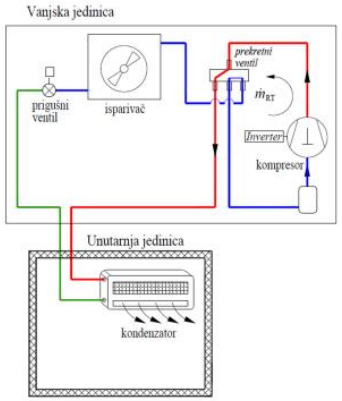
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

Naručitelj: **Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja**
Sektor za energetsku učinkovitost u zgradarstvu
Republike Austrije 20
Zagreb 10000

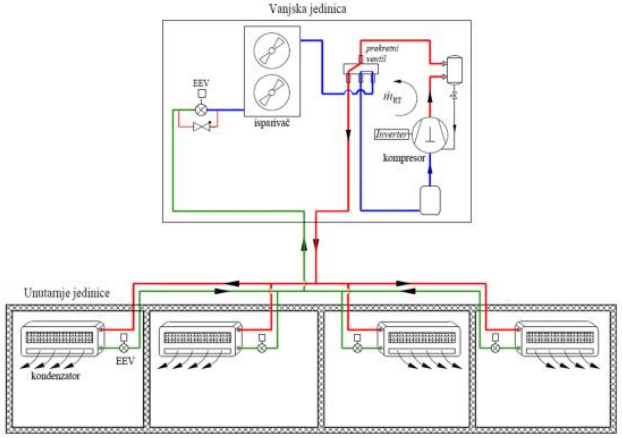
Predmet: **Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti dizalica topline zrak-zrak (*Sustavi grijanja prostora)***

Autori: prof. dr. sc. Vladimir Soldo, dipl.ing.stroj.
Iva Bertović, mag.ing.stroj.
dr. sc. Luka Boban, mag.ing.stroj.

Zagreb, listopad 2021.



Slika 1: Shematski prikaz dizalice topline zrak-zrak (split izvedba)



Slika 2: Shematski prikaz dizalice topline zrak-zrak (VRF izvedba)

Dizalice topline zrak-zrak

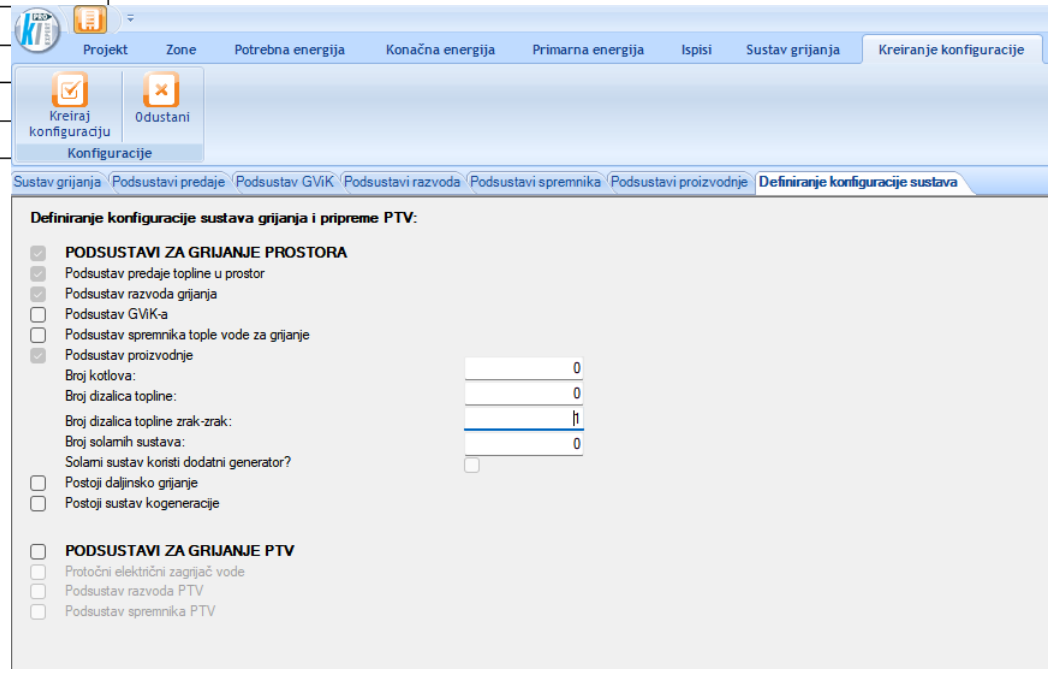
1.2. Radne točke prema HRN EN 14511:2018

Uz opće ulazne podatke o uređaju i sustavu, za proračun je potrebno poznavati vrijednosti ogrjevnog učinka i toplinskog množitelja (COP) razmatrane dizalice topline pri punom opterećenju prema HRN EN 14511:2018. Spomenute vrijednosti navodi proizvođač u tehničkoj specifikaciji uređaja.

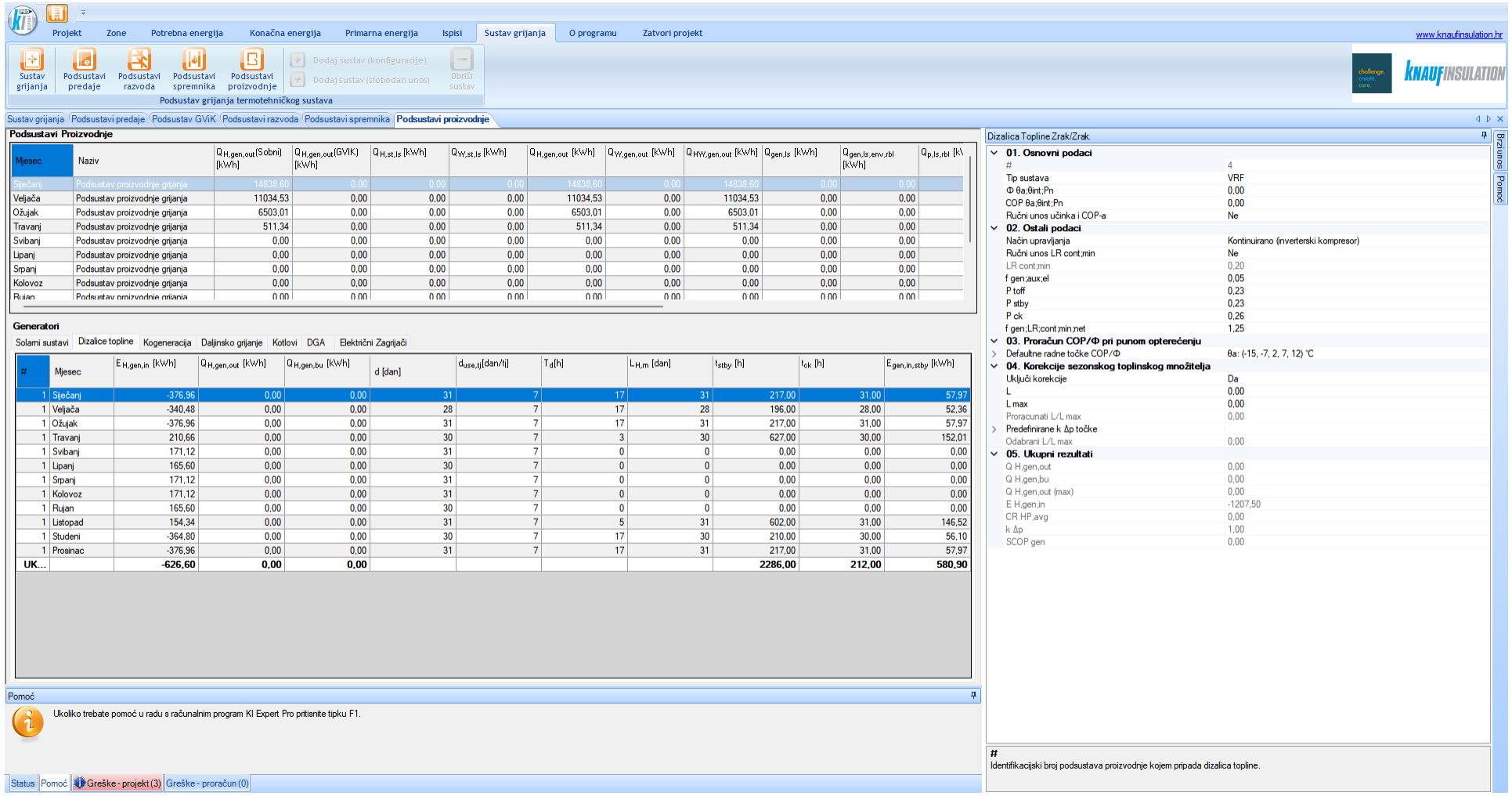
U Tablici 1.2 navedene su gore spomenute radne točke s preporučenim vanjskim i unutarnjim temperaturama zraka prema HRN EN 14511:2018 za koje proizvođač u tehničkoj specifkaciji uređaja navodi pripadajuće vrijednosti ogrjevnog učinka i toplinskog množitelja pri punom opterećenju uređaja.

Tablica 1.2: Radne točke prema HRN EN 14511:2018

ϑ_a, [°C]	ϑ_{int}, [°C]	$COP_{\vartheta a;\vartheta int;ref}$, [−]	$\Phi_{\vartheta a;\vartheta int;ref}$, [kW]
-15	20		
-7	20		
2	20		
7	20		
12	20		



Dizalice topline zrak-zrak



Projekt | Zone | Potrebna energija | Konačna energija | Primarna energija | Ispisi | Sustav grijanja | O programu | Zatvori projekt

www.knaufinsulation.hr

Sustav grijanja | Podsustavi predaje | Podsustavi razvoda | Podsustavi spremnika | Podsustavi proizvodnje | Dodaj sustav (konfiguracije) | Dodaj sustav (slobodan unos) | Obriši sustav

Podsustav grijanja termotehničkog sustava

Sustav grijanja | Podsustavi predaje | Podsustav GVIK | Podsustavi razvoda | Podsustavi spremnika | Podsustavi proizvodnje

Podsustavi Proizvodnje

Mjesec	Naziv	$Q_{H,gen,out}$(Sobni) [kWh]	$Q_{H,gen,out}$(GVIK) [kWh]	$Q_{H,st,ls}$ [kWh]	$Q_{W,st,ls}$ [kWh]	$Q_{H,gen,out}$ [kWh]	$Q_{W,gen,out}$ [kWh]	$Q_{HW,gen,out}$ [kWh]	$Q_{gen,ls}$ [kWh]	$Q_{gen,ls,env,rbl}$ [kWh]	$Q_{p,ls,rbl}$ [k\
Siječanj	Podsustav proizvodnje grijanja	14838,60	0,00	0,00	0,00	14838,60	0,00	14838,60	0,00	0,00	
Veljača	Podsustav proizvodnje grijanja	11034,53	0,00	0,00	0,00	11034,53	0,00	11034,53	0,00	0,00	
Ožujak	Podsustav proizvodnje grijanja	6503,01	0,00	0,00	0,00	6503,01	0,00	6503,01	0,00	0,00	
Travanj	Podsustav proizvodnje grijanja	511,34	0,00	0,00	0,00	511,34	0,00	511,34	0,00	0,00	
Svibanj	Podsustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Lipanj	Podsustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Srpanj	Podsustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kolovoz	Podsustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rujan	Podsustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Generatori

Solarni sustavi | Dizalice topline | Kogeneracija | Daljinsko grijanje | Kotlovi | DGA | Električni Zagrijači

#	Mjesec	$E_{H,gen,in}$ [kWh]	$Q_{H,gen,out}$ [kWh]	$Q_{H,gen,bu}$ [kWh]	d [dan]	$d_{use,tj}$[dan/tj]	T_d[h]	$L_{H,m}$ [dan]	t_{stby} [h]	t_{ck} [h]	$E_{gen,in,stby}$ [kWh]
1	Siječanj	-376,96	0,00	0,00	31	7	17	31	217,00	31,00	57,97
1	Veljača	-340,48	0,00	0,00	28	7	17	28	196,00	28,00	52,36
1	Ožujak	-376,96	0,00	0,00	31	7	17	31	217,00	31,00	57,97
1	Travanj	210,66	0,00	0,00	30	7	3	30	627,00	30,00	152,01
1	Svibanj	171,12	0,00	0,00	31	7	0	0	0,00	0,00	0,00
1	Lipanj	165,60	0,00	0,00	30	7	0	0	0,00	0,00	0,00
1	Srpanj	171,12	0,00	0,00	31	7	0	0	0,00	0,00	0,00
1	Kolovoz	171,12	0,00	0,00	31	7	0	0	0,00	0,00	0,00
1	Rujan	165,60	0,00	0,00	30	7	0	0	0,00	0,00	0,00
1	Listopad	154,34	0,00	0,00	31	7	5	31	602,00	31,00	146,52
1	Studeni	-364,80	0,00	0,00	30	7	17	30	210,00	30,00	56,10
1	Prosinac	-376,96	0,00	0,00	31	7	17	31	217,00	31,00	57,97
UK...		-626,60	0,00	0,00					2286,00	212,00	580,90

Pomoć

Ukoliko trebate pomoć u radu s računalnim program KI Expert Pro pritisnite tipku F1.

Status | Pomoć | Greške - projekt (3) | Greške - proračun (0)

Dizalica Topline Zrak/Zrak

01. Osnovni podaci	
#	4
Tip sustava	VRF
Φ θa;θint;Pn	0,00
COP θa;θint;Pn	0,00
Ručni unos učinka i COP-a	Ne
02. Ostali podaci	
Način upravljanja	Kontinuirano (inverterski kompresor)
Ručni unos LR cont;min	Ne
LR cont;min	0,20
f gen;aux;el	0,05
P toff	0,23
P stby	0,23
P ck	0,26
f gen;LR;cont;min;net	1,25
03. Proračun COP/Φ pri punom opterećenju	
Defaultne radne točke COP/Φ	θa: (-15, -7, 2, 7, 12) °C
04. Korekcije sezonskog toplinskog množitelja	
Uključi korekcije	Da
L	0,00
L max	0,00
Proracunati L/L max	0,00
Predefinirane k Δp točke	
Odabrani L/L max	0,00
05. Ukupni rezultati	
Q H,gen,out	0,00
Q H,gen,bu	0,00
Q H,gen,out (max)	0,00
E H,gen,in	-1207,50
CR HP,avg	0,00
k Δp	1,00
SCOP gen	0,00

Brzi unos | Pomoć

#

Identifikacijski broj podsustava proizvodnje kojem pripada dizalica topline.

Dizalice topline zrak-zrak

Dizalica Topline Zrak/Zrak

01. Osnovni podaci	
#	4
Tip sustava	VRF
Φ θa;θint;Pn	0,00
COP θa;θint;Pn	0,00
Ručni unos učinka i COP-a	**Da**
Karakteristike	θa: (-15, -7, 2, 7, 12) °C
Za θa = -15[°C]	
Za θa = -7[°C]	
Za θa = 2[°C]	
Za θa = 7[°C]	
Za θa = 12[°C]	
02. Ostali podaci	
Način upravljanja	Kontinuirano (inverterski kompresor)
Ručni unos LR cont;min	
LR cont;min	
f gen;aux;el	0,05
P toff	0,23
P stby	0,23
P ck	0,26
f gen;LR;cont;min;net	1,25
03. Proračun COP/Φ pri punom opterećenju	
Defaultne radne točke COP/Φ	θa: (-15, -7, 2, 7, 12) °C
04. Korekcije sezonskog toplinskog množitelja	
Uključi korekcije	Da
L	0,00
L max	0,00
Proracunati L/L max	0,00
Predefinirane k Δp točke	
Odabrani L/L max	0,00
05. Ukupni rezultati	
Q H,gen,out	0,00
Q H,gen,bu	0,00
Q H,gen,out (max)	0,00
E H,gen,in	-1207,50
CR HP,avg	0,00
k Δp	1,00
SCOP gen	0,00

1: Cikličko (ON/OFF)
2: Kontinuirano (inverterski kompresor)

Način upravljanja
Definira način upravljanja radom dizalice topline.

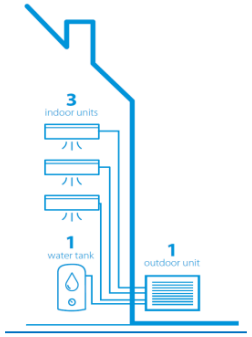
Dizalice topline zrak-zrak – priprema PTV-a?

Multi+ sustava: Multi + rješenje za potrošnu toplu vodu

Daikin **Multi+** zamišljen je kao rješenje za grijanje, hlađenje i proizvodnju tople vode za kućanstvo. Sustav Multi+ savršeno je rješenje za zamjenu neučinkovitih i zastarjelih sustava grijanja vode za kućanstva do 3 sobe (2-3 osobe) s modernim rješenjem dizalice topline, čime se štedi energija i nudi visok komfor u potrošnji tople vode, hlađenja i grijanja.

System overview

Koje su prednosti Multi+?



Spremnik PTV-a, izravno spojen na multi vanjsku jedinicu
Na priključak unutarnje jedinice, zidni spremnik (90 ili 120 l) spojen je na vanjsku jedinicu **Multi+**specific, dizajniranu za jednostavnu zamjenu postojećih električnih bojlera u kupaonicama.

Topla voda se osigurava na najekonomičniji ekološki način
Priprema tople vode priprema se pomoću dizalice topline, čime se postiže **energetska oznaka A-klase** učinkovitosti.

Hlađenje i grijanje na najučinkovitiji način
Daikin multi sustavi poznati su po svojoj visokoj učinkovitosti, **do A++/A++**

Stvorite rješenje za želje svakog kupca
Zakazivanje mjesečnog prioritetnog odabira moguće je putem MMI-a:
Način rada (QUICK, EFFICIENT)
Zadana točka spremnika (ECO, COMFORT)
Dnevno i tjedni raspored moguć je putem MMI-a

Onecta Connectivity kao standard za Multi+
- Postavite i imajte nadzor nad temperaturom vode u spremniku
- ON-OFF i Pojačani načini rada

- ✓ **Ušteda energije**
- ✓ **Rješenje za uštedu prostora**
- ✓ **Brza i jednostavna montaža**
- ✓ **Ekološka tehnologija u koraku s budućnosti**

Što Multi+ sustav sadrži?

Vanjska jedinica: 4MWXM52A

Novodizajnirana vanjska jedinica s 4 ulaza.

Jedan od priključaka dostupan je za priključke spremnika tople vode za kućanstvo

Spremnik za montažu na zid: EKHWET90BV3 / EKHWET120BV3

Zidni spremnik dostupan je u kapacitetima od 90 i 120 l.

Za više ljudi ili veću količinu PTV-a preporučuje se veći kapacitet.

90 l: EKHWET90BV3
120 l: EKHWET120BV3

Antikorozivna obrada jamči visoku trajnost. Kućište od pocinčanog lima je dugotrajno rješenje bez pojave korozije.

MMI je montiran na spremnik. MMI izbornik je izmijenjen, posebno za Multi+ spremnik tople vode za kućanstvo.

Unutarnje jedinice:

Od nove Daikin Emure do FBA60/71(*), Multi+ serija je kompatibilna sa širokim rasponom unutarnjih jedinica.

Izvor: https://www.daikin.hr

Decentralni sustavi

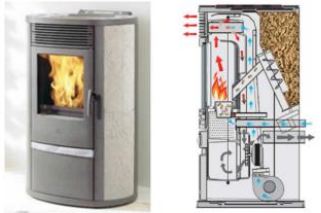
3.3.1.1. Decentralni sustav grijanja

U slučaju decentralne izvedbe sustava grijanja omogućeno je izravno zagrijavanje prostorije iz izvora toplinske energije koji je u njoj smješten. Primjeri pojedinačnih izvora toplinske energije: otvoreni i zatvoreni kamini na drva, plinski kamini, pojedinačne peći na kruta goriva (ogrjevno drvo), pojedinačne plinske peći (na dimnjak ili fasadni priključak), pojedinačne električne peći, peći na pelete i slično.

Slika 3-3 Otvoreni i zatvoreni kamin

Slika 3-4 Pojedinačna peć na drva za grijanje prostora učina 5 kW – stupanj djelovanja 78,5 %

Slika 3-5 Pojedinačna plinska peć proizvođača IKOM



Slika 3-6 Peć na pelete učina 8 kW i stupnja djelovanja 89,2%

Pojedini pojedinačni izvori toplinske energije, mogu se osim za pokrivanje potreba za grijanjem koristiti i za kuhanje.

Tablično su dani podaci koje je potrebno prikupiti prilikom provedbe energetskog pregleda pojedinačnog izvora toplinske energije, ukoliko su dostupni. Važni podaci koje je potrebno znati ili pretpostaviti su nazivni učin i stupanj djelovanja kod nazivnog učina prema podacima proizvođača.

Tablica 3-2 Pojedinačni izvori toplinske energije – ulazni podaci

POJEDINAČNI IZVOR TOPLINSKE ENERGIJE	
Vrsta	Peć na drva
Proizvođač	ALFA PLAM
Model	REGULAR 46
Nazivni učin [kW]	**5**
Godina proizvodnje	2015.
Namjena	☒ grijanje ☒ ostalo kuhanje
Stupanj djelovanja kod nazivnog učina prema podacima proizvođača [%]	74,4

Ukoliko je pojedinačni izvor toplinske energije starijeg datuma proizvodnje, nazivni učin i stupanj djelovanja je potrebno pretpostaviti. Tablično su navedene prosječne orijentacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina pojedinih vrsta pojedinačnih izvora toplinske energije.

Tablica 3-3 Pojedinačni izvori toplinske energije – orijentacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina

POJEDINAČNI IZVOR TOPLINSKE ENERGIJE	
Vrsta	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina, [%]
Otvoreni kamin	20 %
Zatvoreni kamin	< 50 %
Kaljeva peć	75 – 89 %
Peć na drva za grijanje i kuhanje	70 – 80 %
Peć na drva za grijanje	70 – 85 %
Peć na pelete	> 90 %
Stare plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	< 75 %
Nove plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	75 – 85 %
Plinske peći s fasadnim priključkom do max. 7 kW sa zatvorenom komorom izgaranja	< 85 %

Decentralni sustavi

Tablica 3-3 Pojedinačni izvori toplinske energije – orijentacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina

POJEDINAČNI IZVOR TOPLINSKE ENERGIJE	
Vrsta	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina, [%]
Otvoreni kamin	20 %
Zatvoreni kamin	< 50 %
Kaljeva peć	75 – 89 %
~~Peć na drva za grijanje i kuhanje~~	~~70 – 80 %~~
Peć na drva za grijanje	70 – 85 %
~~Peć na pelete~~	~~> 90 %~~
Stare plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	< 75 %
Nove plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	75 – 85 %
Plinske peći s fasadnim priključkom do max. 7 kW sa zatvorenom komorom izgaranja	< 85 %

Zamjenski energent

01. Unos faktora pretvorbe

Naziv	Grijanje
Energent	**Ogrjevno drvo (bukva u prm, 20% vlage)**
Ukupni faktor pretvorbe	**1,2500**

Termotehnički sustav

Definirani termotehnički sustavi

Naziv	$d_{grijanje}$ [dan]	$d_{izv.grijanja}$ [dan]	$Q_{H,nd,exp}$ [kWh]	$Q_{C,nd,exp}$ [kWh]	$Q_{W,exp}$ [kWh]
Termotehnički sustav	365,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Za **ODABRANI** termotehnički sustav grijanja, PTV-a i hlađenja unesite faktore pretvorbe potrebne energije u konačnu energiju

Naziv	Energent	Q_{nd} [kWh]	Faktor	$Q_{gen,in}$ [kWh]
Grijanje	Ogrjevno drvo (bukva u prm, 20% vl...	0,00	1,2500	0,00
PTV	Električna energija	0,00	0,0000	0,00
Hlađenje	Električna energija	0,00	0,0000	0,00

Decentralni sustavi

5.18 Proračun lokalnih grijalica prostora (peći, štednjaci i kamini na kruto gorivo)

Opisani proračun temelji se na pojednostavljenoj metodi opisanoj u HRN EN 15316-4-8:2017. Opisni proračun je neovisan o HRN EN 15316-4-7:2008.

Napomena: Različiti je proračun za slučaj grijalica prostora koje nemaju spoj na sustav centralnog grijanja (koriste se jedn. 5.38, 5.39-5.40, 5.43, 5.45) i grijalica prostora koje imaju spoj na sustav centralnog grijanja (koriste se jedn. 5.38, 5.41-5.42, 5.44-5.45).

Maksimalna toplinska energija koju grijalice prostora može predati (prostoru / prostoru + centralnom sustavu grijanja) računa se prema:

$$Q_{H,gen,out,max} = \phi_{Pn} \cdot t_{ci} \quad (5.38)$$

gdje su:
ϕ_{Pn} – nazivna snaga grijalice prostora (kW);
t_{ci} – broj sati u promatranom periodu (h), ($t_{ci} = t_{uk}$).

Tablica 5.8 (HRN EN 15316-4-8:2017 B.17) Učinkovitosti grijalica prostora

Vrsta grijalice prostora	η %
Grijalice prostora na kruto gorivo (EN 13240)	50
Kamini za ugradnju i otvoreni kamini (EN 13229)	30
Grijalice prostora na drvene pelete (EN 14785)	75
Aparati na kurta goriva s akumulacijom topline (EN 15250)	70

Napomena: Osim podataka iz Tablice 5.8 mogu se koristiti i podaci proizvođača.

Toplinska energija koju je potrebno gorivom isporučiti podsustavu proizvodnje $Q_{H,gen,in}$ računa se prema (jednadžbe vrijede za grijalice prostora koje nemaju spoj na sustav centalnog grijanja):

$$Q_{H,gnr,out} = min(Q_{H,nd}, Q_{H,gen,out,max}) \quad (5.39)$$

$$Q_{H,gen,in} = \frac{100 \cdot Q_{H,gnr,out}}{\eta} \quad (5.40)$$

gdje su:
$Q_{H,nd}$ - potrebna toplinska energija za grijanje prostora u proračunskom periodu (kWh).
η - učinkovitost grijalice prostora pri punom opterećenju (%), podatak proizvođača ili Tablica 5.8

Napomena: U slučaju korištenja samo grijalica prostora koji nemaju spoj na sustav centralnog grijanja toplinski gubici, iskoristivi toplinski gubici te pomoćna električna energija podsustava emisije, distribucije se ne uzimaju u obzir i iznose 0.

Toplinska energija koju je potrebno gorivom isporučiti podsustavu proizvodnje $Q_{H,gen,in}$ računa se prema (jednadžbe vrijede za grijalice prostora koje imaju spoj na sustav centalnog grijanja):

$$Q_{H,gnr,out} = min(Q_{HW,gen,out}, Q_{H,gen,out,max}) \quad (5.41)$$

$$Q_{H,gen,in} = \frac{100 \cdot Q_{H,gnr,out}}{\eta} \quad (5.42)$$

gdje se $Q_{HW,gen,out}$ računa prema jedn (4.7).

Napomena: Ovaj pristup se smatra dovoljno točnim s obzirom na činjenicu da grijalice prostora koje imaju spoj na sustav centralnog grijanja ostvaruju značajno veći toplinki učin na vodenoj u odnosu na zračnu stranu.

Napomena: U slučaju korištenja grijalica prostora koji imaju spoj na sustav centralnog grijanja toplinski gubici, iskoristivi toplinski gubici te pomoćna električna energija podsustava emisije, distribucije se uzimaju u obzir.

Toplinska energija koju je potrebno isporučiti dodatnim generatorima iznosi (jednadžba vrijedi za grijalice prostora koje nemaju spoj na sustav centalnog grijanja):

$$Q_{H,bu} = max(0, Q_{H,nd} - Q_{H,gnr,out}) \quad (5.43)$$

Toplinska energija koju je potrebno isporučiti dodatnim generatorima iznosi (jednadžba vrijedi za grijalice prostora koje imaju spoj na sustav centalnog grijanja):

$$Q_{H,bu} = max(0, Q_{HW,gen,out} - Q_{H,gnr,out}) \quad (5.44)$$

Potrošnja električne energije za grijalice prostora koje imaju priključak na struju (npr. grijalice prostora na drvene pelete) računa se:

$$W_{gnr,aux} = P_{aux,Pn} \cdot Q_{H,gnr,out} / \phi_{Pn} \quad (5.45)$$

gdje je:
$P_{aux,Pn}$ – potrošnja pomoćne energije pri punom opterećenju (kW), podatak proizvođača ili ako nije dostupan jedn. (5.46)

$$P_{aux,Pn} = 0{,}2 + 0{,}006 \cdot \phi_{Pn} \quad (5.46)$$

Napomena: Jedn. (5.46) može se primijeniti za grijalice prostora nazivne snage od 5 do 40 kW.

Ventilacijski gubici

Tablica 2.1a (temeljem DIN V 18599-10 (4)) Standardne vrijednosti vremena rada sustava mehaničke ventilacije za nestambene zgrade

Namjena prostora	Period korištenja (h)*	Broj sati korištenja sustava t_{kor} (h/dan)	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja**, $t_{v,mech}$ (h/dan)	Minimalno potrebni protok vanjskog zraka po jedinici površine, $\dot{V}_A$, (m³/(m²h))
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene	07:00 – 18:00	11	13	4
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	08:00 – 20:00	12	14	10
Vrtići	07:00 – 18:00	11	13	10
Knjižnice – prostorije za čitanje	08:00 – 20:00	12	14	8
Knjižnice – prostorije s policama	08:00 – 20:00	12	14	2
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	00:00 – 24:00	24	24	4
Hoteli, moteli i sl.	00:00 – 24:00	24	24	3
Muzeji	00:00 – 24:00	24	24	4
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	00:00 – 24:00	24	24	4
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	08:00 – 21:00	13	15	4
Sportske zgrade	08:00 – 23:00	15	17	3
Radionice i proizvodne hale	07:00 – 19:00	12	14	20
Kongresni centri	09:00 – 18:00	9	11	7
Kazališta i kina	13:00 – 23:00	10	12	25
Kantine	08:00 – 15:00	7	9	18
Restorani	10:00 – 00:00	14	16	18
Kuhinje	10:00 – 23:00	13	15	90
Serverske sobe, kompjuterski centri	00:00 – 24:00	24	24	1,3
Garaže	00:00 – 24:00	24	24	16
Spremišta opreme, arhive	07:00 – 18:00	11	13	0,15
Zgrade koje nisu navedene	07:00 – 19:00	12	14	10

*Sustav grijanja/hlađenja s radom počinje 2 sata prije početka korištenja prostora
**U Algoritmu prema HRN EN ISO 13790 ove vrijednosti se odnose na broj sati rada sustava grijanja/hlađenja t_d (h/d).

U slučaju da pojedini prostori imaju poznate vrijednosti rada (muzejski prostori sa kontroliranim uvjetima), koji nisu manji od gore navedenih, potrebno je računati sa njima
U slučaju da zona obuhvaća više prostorija sa različitim dnevnim vremenima korištenja mehaničke ventilacije, za $t_{v,mech}$ se uzima maksimalni iznos.

Ventilacijski gubici

Nestambene zgrade

Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka za nestambene zgrade

Sustavi s konstantnim protokom zraka (bez regulacije protoka)

$$n_{req} = \frac{\dot{V}_{mech,des}}{V} \quad [h^{-1}] \qquad \text{DIN V 18599-2 (80)} \quad (2.2a)$$

$\dot{V}_{mech,des}$ - nazivni projektni volumni protok vanjskog zraka (m^3/h), podatak iz projekta ili ako nije poznat Jedn. (2.1c) ili

$$n_{req} = \frac{\dot{V}_A A}{V}$$

$\dot{V}_A$ – minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine, ($m^3/(m^2h)$), Tablica 2.1a;
A - referentna površina zone (m^2).

Ukoliko je poznat broj osoba, minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka se može odrediti prema ISO 17772:2014, EN 16798-1:2019, EN TR 16798-2:2019 koristeći slijedeći izraz

$$\dot{V}_A = (n \cdot q_P / A + q_B) \cdot 3{,}6 \quad [m^3/(m^2 \cdot h)] \qquad (2.3b)$$

gdje je:
n – broj osoba;
q_P – potreban protok zraka radi emisija od ljudi, (l/(s·osobi)), Tablica 2.1b,
q_B – potreban protok zraka radi emisija od zgrade (građevni elementi, namještaj..), ($l/(s \cdot m^2)$), Tablica 2.1b;

U tablici 2.1b su dani podaci o korisnoj površini po osobi A_P (m^2/osobi) temeljem koje se može dobiti vrijednost $\dot{V}_A$ radi usporedbe s Tablicom 2.1a (u slučajevima kada nije poznat broj osoba)

$$\dot{V}_A = (q_P / A_P + q_B) \cdot 3{,}6 \quad [m^3/(m^2 \cdot h)] \qquad (2.4c)$$

Ventilacijski gubici

Tablica 2.1b Pred-definirani protoci zraka prema broju osoba i korisnoj površini po osobi za različite vrste nestambenih zgrada, usporedba s podacima iz Tablice 2.1a

Vrsta zgrade/prostora	Korisna površina po osobi A_p (m²/osobi)	Protok radi emisija od ljudi		Protok radi emisije zgrade q_B (l/(s·m²))	**Ukupan minimalno potrebni protok vanjskog zraka*** $\dot{V}_A$		Minimalno potrebni protok vanjskog zraka iz Tabl. 2.1a, $\dot{V}_A$, (m³/(m²h))
		q_p (l/(s·osobi))	q_p / A_p (l/(s·m²))		(l/(s·m²)])	**(m³/(h·m²))**	
Uredi-sobe	10	4	0,4	0,4	0,8	**2,9**	4
Uredi-otvorenog tipa	15	4	0,3	1,4	1,7	**6,0**	4
Učionice	2	4	2,0	0,4	2,4	**8,6**	10
Vrtići	2	4	2,0	0,4	2,4	**8,6**	10
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	7	4	0,6	0,8	1,4	**4,9**	4
Konferencijske dvorane	2	7	3,5	0,4	3,9	**14,0**	
Kazališta i kina	0,75	4	5,3	0,4	5,7	**20,6**	25
Restorani	1,5	4	2,7	0,4	3,1	**11,0**	18

*EN TR 16798-2:2019

Napomena 1: Za prostore koji nisu navedeni u Tablici 2.1b mogu se koristiti vrijednosti q_p = **4 l/(s·osobi)**.

Napomena 2: Vrijednosti u Tablci 2.1b su uzete IEQ kategoriju 3 (odgovara nivou očekivanja ljudi koji borave predmetnom prostoru - 'umjeren', EN 16798-1:2019).

Rasvjeta?

Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama

Energijski zahtjevi za rasvjetu

Fotonaponi?

Veća točnost zahvaljujući detaljnijim podacima?

Nove tehnologije i iskoristivost?

„TO DO”

0. Nova verzija i laganiji setup bez potrebe za administrativnim ovlastima!

1. Proračun mješovite (hibridne) ventilacije unutar zone.
- analiza postojećeg proračuna uz detekciju nedostataka postojećeg proračuna za provedbu proračuna mješovite ventilacije
- prilagodba postojećeg algoritma za otklanjanje prethodno utvrđenih nedostataka

2. Razrada proračuna za slučajeve gdje se zajednička kotlovnica koristi za pokrivanje potreba za toplinskom energijom više zona.
- izrada algoritma i funkcionalne sheme međusobnog spajanja

3. Implementacija promjena/korekcija prema Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode od listopada 2020. godine

„TO DO”

4. Implementacija novog proračuna udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenog energiji.

Objavljeno 1. travnja 2022. - do daljnjega nije u obveznoj primjeni

Tablica 1a Faktori primarne energije i emisija CO_2 za različite energente

Energent – isporučeno iz velike udaljenosti	Faktor primarne energije, f_p [-]			Specifične emisije CO_2 [g/kWh]
	Neobnovljiva komponenta* $f_{p,nren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$	
Fosilno gorivo - kruto	**1,1**	0	1,1	360
Fosilno gorivo - tekuće	**1,181**	0,015	1,197	308
Fosilno gorivo – plinovito	**1,149**	0,003	1,151	233
Ogrjevno drvo**	**1**	0	1	40
Drveni briketi**	**1**	0	1	40
Drveni peleti	**0,2**	1	1,2	40
Drvena sječka	**0,2**	1	1,2	40
Biogorivo - tekuće	**0,5**	1	1,5	70
Biogorivo - plinovito	**0,4**	1	1,4	100
Električna energija – preuzeto iz mreže	**1,583**	0,618	2,201	280
Proizvedeno na lokaciji				
Sunčeva energija – električna energija	**0**	1	1	0
Sunčeva energija – toplinska energija	**0**	1	1	0
Energija vjetra – električna energija	**0**	1	1	0
Geotermalna energija	**0**	1	1	0
Isporučeno u mrežu				
Električna energija	**2,5**	0	2,5	480

** koristi se za određivanje primarne energije*
***za pirolitičke kotlove na ogrjevno drvo i brikete koristiti vrijednosti kao za drvene pelete i sječku*

Napomena: Kada se za proizvodnju električne energije na lokaciji zgrade koristi neko gorivo iz Tablice 1a, onda se primarna energija računa prema isporučenoj energiji tim gorivom generatoru električne energije i odgovarajućem faktoru primarne energije za to gorivo (ne prema isporučenoj električnoj energiji zgradi). Analogno vrijedi i za emisiju CO_2.

Tablica 1b Faktori primarne energije i emisija CO_2 za postojeće centralne (CTS) i zatvorene (ZTS) toplinske sustave, s i bez kogeneracije u RH, uz izračun udjela udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji RER_d

CTS i ZTS	Faktor primarne energije [-]			Specifične emisije CO_2 [kg/MWh]	RER_d [-]
	Neobnovljiva komponenta $f_{p,nren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$		
Zagreb – toplina i industrijska para (kogeneracija)***	0,92	0,01	0,93	215	0%
Zagreb – toplina (kogeneracija)**	0,89	0,01	0,90	212	0%
Zagreb – industrijska para (kogeneracija)	1,01	0,01	1,02	225	0%
Osijek – toplina i industrijska para (kogeneracija)***	1,15	0,43	1,58	249	21%
Osijek – toplina (kogeneracija)**	1,07	0,43	1,50	236	22%
Osijek – industrijska para (kogeneracija)	1,35	0,43	1,78	283	19%
Sisak – toplina (kogeneracija)	0	2,89	2,89	0	100%
Sisak – industrijska para (kogeneracija)*	1,07	0,00	1,08	235	0%
Rijeka***	1,53	0,01	1,53	328	0%
Rijeka (bez kogeneracije)	1,60	0,01	1,60	344	0%
Rijeka (Kantrida kogeneracija)**	0,90	0,00	0,90	190	0%
Karlovac	1,57	0,00	1,58	321	0%
Vukovar	1,33	0,06	1,38	269	4%
Slavonski Brod	1,40	0,00	1,40	283	0%
Vinkovci	1,54	0,01	1,55	344	0%
Prosjek HR – CTS/ZTS baziran na kogeneraciji	0,94	0,12	1,05	216	4%
Prosjek HR – CTS/ZTS baziran na plinskom kotlu	1,49	0,01	1,50	311	1%

** izračunato koristeći referentnu vrijednost za kogeneraciju na prirodni plin i stvarnu potrošnju kotla na prirodni plin za proizvodnju industrijske pare*
*** ispunjavaju uvjet od udjelu kogeneracije iz TPRUETZZ čl.42, temeljem trogodišnjeg prosjeka, osim CTS-a Zagreba koji zadovoljava uvjet temeljem prosjeka zadnje dvije godine*
**** Ukupno (toplina i industrijska para)*

„TO DO”

4. Implementacija novog proračuna udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenog energiji.

Tablica 2 Zajedničke vrijednosti faktora primarne energije i emisije CO_2 za centralne (CTS) i zatvorene (ZTS) toplinske sustave koji nisu navedeni u Tablici 1b (opcija 3. u opisu ispod)

CTS i ZTS	Faktor primarne energije [-]			Specifične emisije CO_2 [kg/MWh]	RER_d [-]
	Neobnovljiva komponenta $f_{p,nren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$		
Baziran na kogeneraciji na prirodni plin*	0,77	0,01	0,77	192	0%
Baziran na kogeneraciji na biomasu (drvena sječka, peleti)*	0,2	2,06	2,26	55	100%
Kotao na fosilna goriva (plinovito, tekuće, kruto)	1,42	0	1,43	289	0%
Kotao na biomasu (drvena sječka, peleti)	0,28	1,38	1,66	55	100%
Sunčeva energija (sunčevi toplinski kolektori)	0	1,18	1,18	0	100%
Geotermalna energija (izmjenjivač topline)	0	1,18	1,18	0	100%
Baziran na dizalici topline*	0,62	1,03	1,65	110	66%
Električni kotao	1,96	0,77	2,73	347	0%
Otpadna toplina (industrijski procesi)	0	0	0	0	0%

**CTS ili ZTS se odnosi na učinkovite centralizirane sustave prema čl.42. TPRUETZZ ili je izračunati udio OIE (RER_d) u ukupnoj godišnjoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava zgrade najmanje 30% (TPRUETZZ čl.42)*

„TO DO”

4. Implementacija novog proračuna udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenog energiji.

4. PRIJEDLOG POSTUPKA IZRAČUNA UDJELA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE (UOIE) U UKUPNOJ PRIMARNOJ I ISPORUČENOJ ENERGIJI ZGRADE

4.1 Udio obnovljivih izvora energije (UOIE) u ukupnoj primarnoj energiji zgrade

Ukupna primarna energija zgrade $E_{\mathrm{prim,tot}}$, izračunata preko ukupne komponente faktora primarne energije, se temeljem HRN EN ISO 52000-1:2017 može izraziti kao

$$E_{\mathrm{prim,tot}} = E_{\mathrm{prim,tot,del}} - E_{\mathrm{prim,tot,exp}} \tag{4.1}$$

gdje je

$E_{\mathrm{prim,tot,del}}$ - isporučena ukupna primarna energija zgradi unutar i preko definiranih granica sustava, kWh

$E_{\mathrm{prim,tot,exp}}$ - ukupna primarna energija zgrade proizvedena unutar granica i izvezena preko definiranih granica sustava, kWh

Predložene granice sustava prema HRN EN ISO 52000-1:2017 (Tabl. B.24) za izračun ukupne primarne energije su: **'na lokaciji'** , **'u blizini'** i **'daleko'** od zgrade.

Na isti način, obnovljiva primarna energija zgrade E_{ren}, izračunata temeljem obnovljive komponente faktora primarne energije, se temeljem HRN EN ISO 52000-1:2017 može izraziti kao

$$E_{\mathrm{ren}} = E_{\mathrm{ren,del}} - E_{\mathrm{ren,exp}} \tag{4.2}$$

gdje je

$E_{\mathrm{ren,del}}$ - isporučena obnovljiva primarna energija zgradi unutar i preko definiranih granica sustava, kWh

$E_{\mathrm{ren,exp}}$ - obnovljiva primarna energija zgrade proizvedena unutar granica i izvezena preko definiranih granica sustava, kWh

Predložene granice sustava prema HRN EN ISO 52000-1:2017 (Tabl. B.24) za izračun obnovljive primarne energije su: **'na lokaciji'** i **'u blizini'** zgrade.

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj primarnoj energiji zgrade je u HRN EN ISO 52000-1:2017 definiran kao

$$RER_p = \frac{E_{ren}}{E_{prim,tot}} \tag{4.3}$$

Opći izraz za izračun primarne (E_{prim}) iz isporučene energije (E_{del}) koristeći faktor primarne energije za pojedini nositelj energije $f_{\mathrm{p,i}}$ je

$$E_{prim} = \sum_i E_{del,i} \times f_{p,i} \tag{4.4}$$

Kombinirajući Jedn. 4.1-4.4 može se izvesti slijedeći opći izraz za udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj primarnoj energiji zgrade

$$RER_p = \frac{\sum_i E_{ren,del,i} \times f_{p,ren,i} + \sum_i E_{del,i} \times f_{p,ren,i} - \sum_i E_{exp,i} \times f_{p,ren,i}}{\sum_i E_{ren,del,i} \times f_{p,tot,i} + \sum_i E_{del,i} \times f_{p,tot,i} - \sum_i E_{exp,i} \times f_{p,tot,i}} \tag{4.5}$$

gdje

$E_{\mathrm{ren,del,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}}$ – predstavlja obnovljivu energiju (obnovljivu komponentu) proizvedenu unutar granica sustava (npr. energija iz PV-a, solarnih toplovodnih kolektora, dizalice topline), kWh

$E_{\mathrm{del,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}}$ – predstavlja isporučenu obnovljivu komponentu energije zgradi kroz granice sustava (npr. iz CTS-a/ZTS-a koji koristi obnovljive izvore energije, biogorivom), kWh

$E_{\mathrm{exp,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}}$ – predstavlja izvezenu obnovljivu komponentu energije kroz granice sustava, kWh

$E_{\mathrm{ren,del,i}} \times f_{\mathrm{p,tot,i}}$ – predstavlja obnovljivu energiju (ukupnu komponentu) proizvedenu unutar granica sustava (npr. el. energija iz PV-a), kWh

$E_{\mathrm{del,i}} \times f_{\mathrm{p,tot,i}}$ – predstavlja isporučenu ukupnu primarnu energiju zgradi kroz granice sustava, kWh

$E_{\mathrm{exp,i}} \times f_{\mathrm{p,tot,i}}$ – predstavlja izvezenu ukupnu primarnu energiju kroz granice sustava, kWh

$f_{\mathrm{p,ren}}$ – obnovljiva komponenta faktora primarne energije, -

$f_{\mathrm{p,tot}}$ – ukupna komponenta faktora primarne energije, -

U Pog. 5 za proračun RER_p korištena je Jedn. 4.5 uz napomene u nastavku. Izračunate vrijednosti su uspoređene s onima dobivenim prema Metodologiji energetskog pregleda zgrada (2021) (23), koja se temelji na udjelu obnovljive energije u isporučenoj energiji zgrade (RER_d).

Napomena 1: $E_{\mathrm{exp,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}} = 0$ zbog $f_{\mathrm{p,ren,i}} = 0$ za isporučenu el. energiju u mrežu (jer ista predstavlja ekvivalent el. energiji koja bi inače trebala biti proizvedena fosilnim gorivima).

Napomena 2: $E_{\mathrm{del,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}} = 0$ za električnu energiju iz mreže proizvedenu **'daleko'** od zgrade, jer su predložene granice sustava za proračun obnovljive energije prema HRN EN ISO 52000-1:2017 (Tabl. B.24) **'na lokaciji'** i **'u blizini'** zgrade, pa je tako, primjerice, za CTS/ZTS smješten 'u blizini' zgrade koji koristi obnovljive izvore energije ili kotao na biomasu $E_{\mathrm{del,i}} \times f_{\mathrm{p,ren,i}} > 0$.

„TO DO”

5. Implementacija promjena/korekcija prema Algoritmu za sustave kogeneracije, daljinskog grijanja i fotonaponskih sustava.

6. Korekcija proračuna solarnog toplovodnog sustava kako bi se omogućio proračun zasebno za sustav PTV-a, GR i kombinirano.

itd.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih).

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

čl.4, st. 44. **Toplinski most je manje područje u ovojnici grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene proizvoda, debljine ili geometrije građevnog dijela.**

HRN EN ISO 10211: “toplinski most je područje u vanjskoj ovojnici zgrade gdje je jednolik toplinski otpor promijenjen potpunim ili djelomičnim prodorom materijala drugačije toplinske provodljivosti, i/ili promjenom debljine, i/ili razlikom unutarnje i vanjske površine”

Djelovanje toplinskog mosta očituje se u uvjetima razlike između unutarnje i vanjske temperature, tj. zimi, a njegovo se mjesto u građevini često prepoznaje po štetama nastalim zbog orošavanja unutarnje plohe toplinskog mosta. Na tim se mjestima pojavljuje plošna kondenzacija vodene pare, taloži se prašina, te stvaraju plijesni i gljivice, što s higijenskog stajališta znači opasnost za zdravlje. U blažem obliku to su mjesta povećanih gubitaka topline koji mogu biti vrlo važni za smanjenje toplinskoizolacijskih vrijednosti obodne pregrade, te za ugodnost boravka u prostoriji.

Osim povećanoga gubitka topline zbog veće gustoće toplinskog toka smanjuje se i unutarnja plošna temperatura (niža temperatura) u odnosu prema susjednome, neprekinutom dijelu konstrukcije.

Toplinskim mostom ne nazivamo samo spojeve različitih konstrukcija već i prodore materijala veće provodljivosti topline (npr. ab serklaži) u nekome materijalu iznimno visoke toplinsko-izolacijske kvalitete, zbog čega vrijednost koeficijenta prolaska kroz toplinski most postaje viša (nepovoljnija).

Toplinskim se mostovima trebaju nazivati i oni konstrukcijski spojevi koji, mijenjajući oblik ali ne i sastav, rezultiraju povišenom toplinskom propusnošću unutar konstrukcije promijenjenoga geometrijskog oblika.

Također je potrebno poznavati izvedbeno-ugradbene odnose pojedinih elemenata zgrade koji zbog tehničke izvedbe ili nemara pri izvedbi mogu stvoriti toplinski most.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Članak 68.

(1) **Izvedbeni projekt zgrade** u projektima arhitektonske ili građevinske struke sadrži grafičke prikaze karakterističnih detalja i opise pojedinih dijelova zgrade koji imaju utjecaja na ispunjavanje propisanih uvjeta u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade:
– za područje potencijalnih toplinskih mostova,
– za sprječavanje pojave unutrašnje ili vanjske površinske kondenzacije na toplinskim mostovima,
– za osiguravanje minimalne zrakopropusnosti spojnica između građevnih dijelova zgrade i na mjestima prodora instalacijskih kanala i vodova.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Toplinski mostovi

Članak 33.

(1) Zgrada koja se grije na temperaturu višu od 12 °C i hladi na temperaturu nižu od 4 °C mora biti projektirana i izgrađena na način da utjecaj toplinskih mostova na godišnju potrebnu toplinu za grijanje i hlađenje bude što manji te da ne dolazi do pojave građevinskih šteta u vidu unutarnje ili vanjske površinske kondenzacije u projektnim uvjetima korištenja prostora zgrade. Da bi se ispunio taj zahtjev, prilikom projektiranja treba primijeniti sve ekonomski prihvatljive mogućnosti u skladu s dostignutim stupnjem razvoja tehnike.

(2) Utjecaj toplinskih mostova kod proračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade proračunavaju se prema **HRN EN ISO 13789:2008, HRN EN ISO 14683:2008, HRN EN ISO 10211:2008 i HRN EN ISO 13370:2008.**

(3) Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu **s katalogom dobrih rješenja toplinskih mostova iz Priloga D** ovoga propisa, tada se može umjesto proračuna iz stavka 2. ovoga članka utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem koeficijenta prolaska topline, U [W/(m2·K)], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade **za ΔUTM = 0,05 W/(m2·K),** osim kod otvora i drugih prozirnih konstrukcija.

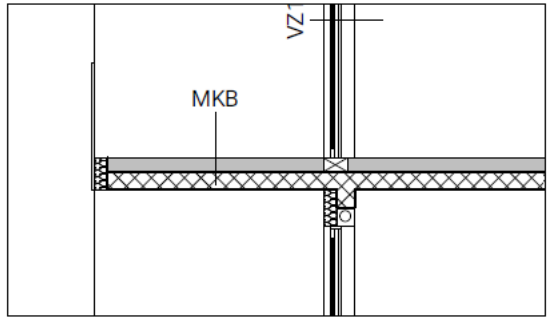
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

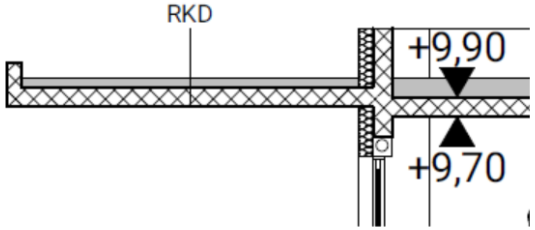
Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Toplinski mostovi

Članak 33.

(4) Kod projektiranja novih zgrada, utjecaj toplinskog mosta proračunava se prema **stavku 2. ovoga članka ako rješenje toplinskog mosta nije prikazano u katalogu iz stavka 3. ovoga članka.**
(5) Iznimno, odredbe stavka 2. ovoga 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/(m2·K)].





Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

4.2 Toplinski mostovi – pojednostavnjena metoda – korekcija koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova vanjske ovojnice zgrade
(Tekst preuzet iz Metodologije energetskog pregleda zgrada 2021, radi nedvosmislenosti tumačenja)

Toplinski mostovi se računaju u ovisnosti o tome radi li se o novoj zgradi, ili pak o postojećoj ili rekonstruiranoj.

- Toplinski mostovi kod **NOVIH ZGRADA**

Paušalni dodatak u iznosu od **0,05 W/(m²K)** se koristi kod novih i rekonstruiranih zgrada ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz *Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, prilog D*, te za to postoji dokumentacija kojom se prikazuju rješenja. U slučaju da rješenja toplinskih mostova nisu izrađena prema „*prilogu D*“, potrebno je provesti **izračun točkastih toplinskih mostova** i barem **jednostavni izračun toplinskih mostova (svi linijski toplinski mostovi), te priložiti dokaze o izračunu.**

- Toplinski mostovi kod **POSTOJEĆIH** i **REKONSTRUIRANIH** zgrada

Zbog jednostavnosti izračuna, **paušalni dodatak za toplinske mostove** u iznosu od **0,10 W/(m²K)** se dopušta koristiti za izračun energetskog svojstva **postojećih i rekonstruiranih zgrada osim u zgradama energetskog razreda A i A+ gdje je potrebno provesti izračun točkastih mostova i barem jednostavni izračun toplinskih mostova (svi linijski toplinski mostovi) uz prilaganje dokaza o izračunu**.

Paušalni dodatak u iznosu od **0,05 W/(m²K)** se dopušta koristiti isključivo ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz *Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, prilog D*, te za to postoji dokumentacija kojom se prikazuju rješenja.

Dopušta se izuzimanje paušalnih dodataka u slučaju provođenja **izračun točkastih toplinskih mostova** i barem **jednostavnog izračuna toplinskih mostova (svi linijski toplinski mostovi) ili detaljnijih metoda uz prilaganje dokaza o izračunu.**

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

A.1 NORME ZA PRORAČUN NA KOJE UPUĆUJE OVAJ PROPIS

HRN EN ISO 10211:2008
Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

HRN EN ISO 13370:2008
Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla – Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)
HRN EN ISO 13789:2008
Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)
HRN EN ISO 14683:2008
Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavnjene metode i zadane utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
(„Narodne novine“ broj **128/15,** 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Toplinski mostovi

Članak 33.

(1) Zgrada koja se grije na temperaturu višu od 12 °C i hladi na temperaturu nižu od 4 °C mora biti projektirana i izgrađena na način da utjecaj toplinskih mostova na godišnju potrebnu toplinu za grijanje i hlađenje bude što manji te da ne dolazi do pojave građevinskih šteta u vidu unutarnje ili vanjske površinske kondenzacije u projektnim uvjetima korištenja prostora zgrade. Da bi se ispunio taj zahtjev, prilikom projektiranja treba primijeniti sve ekonomski prihvatljive mogućnosti u skladu s dostignutim stupnjem razvoja tehnike.

(2) Utjecaj toplinskih mostova kod proračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade proračunavaju se prema HRN EN ISO 13789:2008, HRN EN ISO 14683:2008, HRN EN ISO 10211:2008 i HRN EN ISO 13370:2008.

(3) Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s katalogom dobrih rješenja toplinskih mostova iz Priloga D ovoga propisa, tada se može umjesto proračuna iz stavka 2. ovoga članka utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem koeficijenta prolaska topline, U [W/(m²·K)], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0{,}05$ W/(m²·K), osim kod otvora i drugih prozirnih konstrukcija.

(4) Kod projektiranja novih zgrada, ako rješenje toplinskog mosta nije prikazano u katalogu iz stavka 3. ovoga članka tada se umjesto proračuna, utjecaj toplinskih mostova može uzeti u obzir s povećanjem koeficijenta prolaska topline, U [W/(m²·K)], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0{,}10$ W/(m²·K).

U članku 33. stavak 4. mijenja se i glasi:

»(4) Kod projektiranja novih zgrada, utjecaj toplinskog mosta proračunava se prema stavku 2. ovoga članka ako rješenje toplinskog mosta nije prikazano u katalogu iz stavka 3. ovoga članka.«.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

PRILOG D

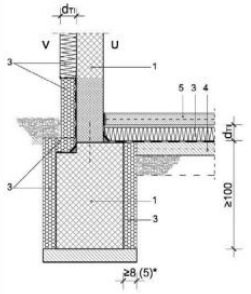
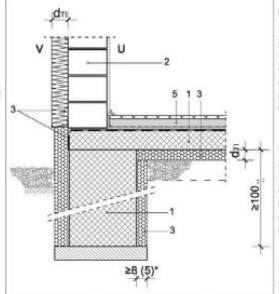
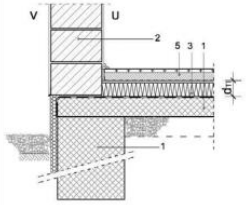
KATALOG DOBRO RIJEŠENIH TOPLINSKIH MOSTOVA NA ZGRADAMA

u skladu sa zahtjevima iz članka 33. stavak 3. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

Tablica 1. Grafički prikaz materijala na prikazima detalja u Tablici 2. PRILOGA D.

Redni broj	Materijal	Grafički prikaz materijala na prikazima detalja u *Tablici 2.* PRILOGA D	Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti, λ [W/(m·K)], iz *Tablice 5.* PRILOG B ovog Tehničkog propisa
1	Armirani beton		1,35 - 2,60
2	Puna i šuplja opeka i blokovi od opeke / termoblokovi od laganog betona ili opeke	termoblok	puna i šuplja opeka i blokovi 1,35 - 2,60 termoblokovi 0,16 - 0,22
3	Toplinska izolacija	vodoneupojna TI	0,023 - 0,070
4	Nearmirani ili minimalno armirani beton		1,35 - 2,60
5	Cementni namaz (estrih)		1,60 - 2,60
-	Hidroizolacija		—
-	PE folija/ parna brana		—
6	Drvo		0,13 - 0,18
7	Ploče od prerađenog drva ili daske		0,09 - 0,24
-	Zemlja		—
-	Šljunak		—

Tablica 2. Grafički prikazi detalja

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja s dobro riješenim toplinskim mostovima	Napomene
1.	Spoj temeljne trake i masivnog zida - toplinska izolacija poda s unutarnje (gornje) strane		d_{TI} - debljina toplinske izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz *Tablice 1.* PRILOG B iz ovog Tehničkog propisa **V** - vani ili negrijano **U** - unutra (zimi grijano)
2.	Spoj temeljne trake i masivnog zida - toplinska izolacija poda s vanjske (donje) strane		* - dimenzije debljina slojeva toplinske izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz *Tablice 1.* PRILOG B ovog Tehničkog propisa za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade s: $\Theta_i \geq 18$ °C i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C, - dimenzije debljina slojeva toplinske izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz *Tablice 1.* PRILOG B ovog Tehničkog propisa za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade s $\Theta_i \geq 18$ °C i $\Theta_{e,mj,min} > 3$ °C - dimenzije debljina slojeva toplinske izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplinske izolacije toplinske provodljivosti: $\lambda \leq 0{,}04$ W/(m·K) ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplinsku izolaciju s povoljnijim (nižim) λ vrijednostima - sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)
3.	Spoj temeljne trake i masivnog zida od termoblokova - toplinska izolacija poda s unutarnje (gornje) strane		

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

HZN • KNAUF INSULATION d.o.o.
Račun br.: 570010 • 2009-05-19
Zabranjeno umnožavanje u bilo kojem obliku i na bilo koji način bez pisane dozvole HZN-a.

HRVATSKA NORMA

HRN EN ISO 14683

ICS: 91.120.10

Drugo izdanje,
prosinac 2008.

Zamjenjuje HRN EN ISO 14683:2000,
HRN EN ISO 14683:2000/AC:2004

Toplinski mostovi u zgradarstvu – Linearni koeficijent prolaska topline – Pojednostavnjene metode i zadane utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

Na temelju članka 9. Zakona o normizaciji (Narodne novine br. 163/2003) Hrvatski zavod za norme na prijedlog tehničkog odbora HZN/TO 163/PO 2, *Toplinska izolacija; Toplinski proračun* i provedene rasprave prihvatio je europsku normu EN ISO 14683:2007 u izvorniku na engleskom jeziku kao hrvatsku normu.
Obavijest o prihvaćanju objavljena je u HZN Glasilu 6/2008 od 2008-12-31.

Europska norma EN ISO 14683:2007 ima status hrvatske norme

Hrvatska norma HRN EN ISO 14683:2008 istovjetna je europskoj normi EN ISO 14683:2007 i umnožena je uz dopuštenje CEN-a, rue de Stassart 36, B-1050 Brussels. Sva prava uporabe europske norme u bilo kojem obliku i na bilo koje načine u cijelome svijetu pridržava CEN te njegovi nacionalni članovi i nije ju dopušteno umnožavati bez izričitog pisanog dopuštenja Hrvatskog zavoda za norme koji predstavlja CEN.

Referencijski broj: HRN EN ISO 14683:2008 en

HZN Hrvatski zavod za norme
Croatian Standards Institute

Zabranjeno je umnožavanje hrvatskih norma ili njihovih dijelova

4 Influence of thermal bridges on overall heat transfer

4.1 Transmission heat transfer coefficient

Between internal and external environments with temperatures θ_i and θ_e respectively, the transmission heat flow rate through the building envelope, Φ, is calculated using Equation (1):

$$\Phi = H_T(\theta_i - \theta_e) \quad (1)$$

The transmission heat transfer coefficient, H_T, is calculated using Equation (2):

$$H_T = H_D + H_g + H_U \quad (2)$$

where

H_D is the direct heat transfer coefficient through the building envelope defined by Equation (3);

H_g is the ground heat transfer coefficient calculated in accordance with ISO 13370;

H_U is the heat transfer coefficient through unconditioned spaces calculated in accordance with ISO 13789.

4.2 Linear thermal transmittance

The calculation of the transmission heat transfer coefficient includes the contribution due to thermal bridges, according to Equation (3):

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \quad (3)$$

where

A_i is the area of element i of the building envelope, in m^2;

U_i is the thermal transmittance of element i of the building envelope, in $W/(m^2 \cdot K)$;

l_k is the length of linear thermal bridge k, in m;

Ψ_k is the linear thermal transmittance of linear thermal bridge k, in W/(m·K);

χ_j is the point thermal transmittance of the point thermal bridge j, in W/K.

In general, the influence of point thermal bridges (insofar as they result from the intersection of linear thermal bridges) can be neglected and so the correction term involving point thermal bridges can be omitted from Equation (3). If, however, there are significant point thermal bridges, then the point thermal transmittances should be calculated in accordance with ISO 10211.

Linear thermal bridges are generally liable to occur at the following locations in a building envelope:

— at junctions between external elements (corners of walls, wall to roof, wall to floor);

— at junctions of internal walls with external walls and roofs;

— at junctions of intermediate floors with external walls;

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Table A.1 — Parameters used to calculate the data in Table A.2

For all details:		R_{si} = 0,13 m²·K/W R_{se} = 0,04 m²·K/W
For external walls: For internal walls:		d = 300 mm d = 200 mm
For walls with an insulation layer:	— thermal transmittance — thermal resistance of insulation layer	U = 0,343 W/(m²·K) R = 2,5 m² K/W
For lightweight walls:		U = 0,375 W/(m²·K)
For ground floors:	— floor slab — thermal conductivity of ground — thermal resistance of insulation layer	d = 200 mm λ = 2,0 W/(m·K) R = 2,5 m²·K/W
For intermediate floors:		d = 200 mm λ = 2,0 W/(m·K)
For roofs:	— thermal transmittance — thermal resistance of insulation layer	U = 0,365 W/(m²·K) R = 2,5 m²·K/W
For the frames in openings:		d = 60 mm
For columns:		d = 300 mm λ = 2,0 W/(m·K)

These parameters have been chosen so as to obtain default values of Ψ which are near to the maximum which is likely to occur in practice and are thus cautious overestimates of the thermal bridging effects, i.e. they will not underestimate the heat transfer through these thermal bridges.

Table A.2 — Default values of linear thermal transmittance

Dimensions in mm; linear thermal transmittance in W/(m·K)

Wall | Lightweight wall (including lightweight masonry and timber frame walls) | Insulating layer | Slab/pillar | Window frame

Roofs

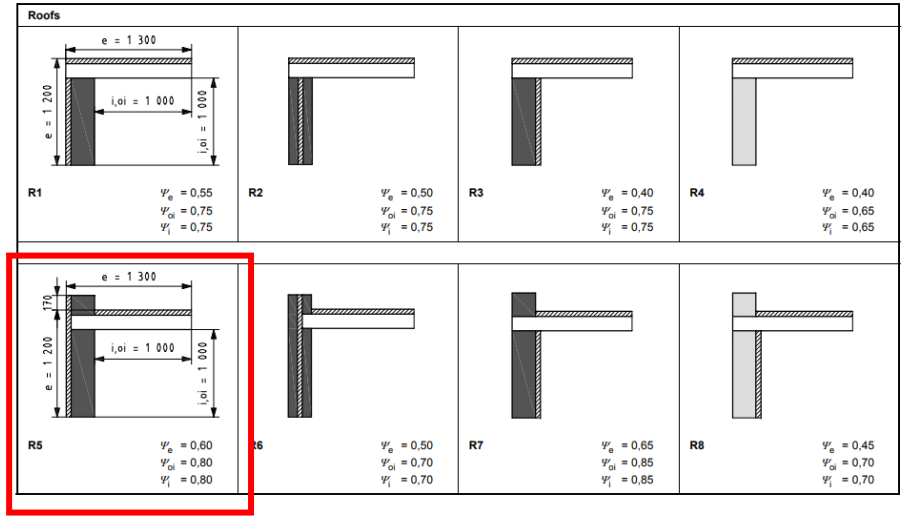
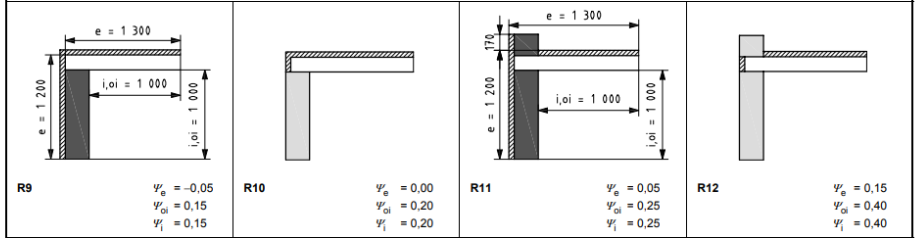


Table A.2 (*continued*)

Dimensions in mm; linear thermal transmittance in W/(m·K)

Wall | Lightweight wall (including lightweight masonry and timber frame walls) | Insulating layer | Slab/pillar | Window frame

Roofs (continued)



Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

2.4.6.4 Sendvič građevinska konstrukcija beton–laki izolator

a) Ako su prozori sa betonskim okvirom koji povezuje dva platna, koeficijent k_L se računa prema t. 2.4.6.1, gde je R_m toplotni otpor okvira.

b) Ako je stolarija u ravni izolacije i produžetku izolacije, koeficijent k_L je nula.

c) Ako izolacija prekriva jedan deo zida, koeficijent k_L se računa po jednačini (21a); d je debljina unutrašnjeg platna.

2.4.6.5 Poseban slučaj kada je opšivka prozorske klupe od lima (slika 15)

a) Za slučaj prema slikama 15.1 i 15.2, koeficijent k_L okvira prozora je utvrđen u t. 2.4.6.1 i 2.4.6.4.

b) Za slučaj prema slikama 15.3 i 15.4, koeficijent k_L se računa prema jednačini:

$$k_L = k_e + k_m \quad \text{(W/mK)} \qquad (22)$$

gde je:

k_e — koeficijent k_L veze bez metalne opšivke čiji je način proračuna dat u t. 2.4.6.1 i 2.4.6.4,

k_m — izračunava se iz jednačine:

$$\frac{1}{k_m} = \frac{L}{d_i \cdot \lambda_m} + \frac{1}{\alpha_e \cdot l_e} + \frac{1}{\alpha_i \cdot l_i} \quad \text{(mK/W)} \qquad (23)$$

gde su:

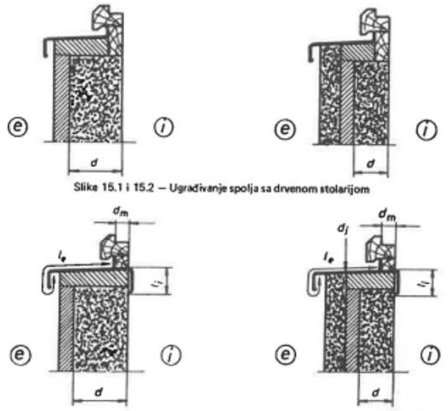
l_i i l_e — određene dužine na slikama 15.3 i 15.4, izražene u m,

$L = d_m + \frac{(l_i + l_e)}{4}$

gde je:

d_m — debljina stolarije, izražena u m;

$d_i : \lambda_m$ — debljina i toplotna provodljivost metalne opšivke, izražene u m, odnosno u W/mK.



Slike 15.1 i 15.2 — Ugrađivanje spolja sa drvenom stolarijom

Slike 15.3 i 15.4 — Ugrađivanje kojim se pokriva cela debljina zida

Slika 15 — Opšivka prozorskih klupa od lima

2.4.7 Dva spoljna zida pod uglom

k_L je koeficijent za građevinsku konstrukciju koja obrazuje ugao, bilo da se radi o oštrom ili tupom uglu. U proračun se uzima koeficijent prolaza toplote za svaku građevinsku konstrukciju.

2.4.7.1 Dve građevinske konstrukcije od homogenog materijala

a) Ako su dve građevinske konstrukcije identične (slike 16.1 i 16.4), koeficijent k_L je:

$$k_L = 0{,}2\, k \cdot d \quad \text{(W/mK)} \qquad (24)$$

gde je k koeficijent prolaza toplote konstrukcije i d debljina zidova.

b) Ako su dve građevinske konstrukcije različitih debljina a monolitno povezane (slučaj zida od opeke), koeficijenat k_L je dat jednačinom (24), gde su k i d srednja vrednost koeficijenta prolaza toplote i debljina ovih građevinskih konstrukcija.

c) Ako su dve građevinske konstrukcije različite, a jedna od njih čini ugao (slike 16.2, 16.5 i 16.6), koeficijent k_L je dat jednačinom:

$$k_L = \frac{0{,}2\, d}{0{,}2 + R_2 d_1 / d_2} \quad \text{(W/mK)} \qquad (25)$$

gde je:

R_2 — toplotni otpor građevinske konstrukcije koja čini ugao, označen sa 2 na slikama,

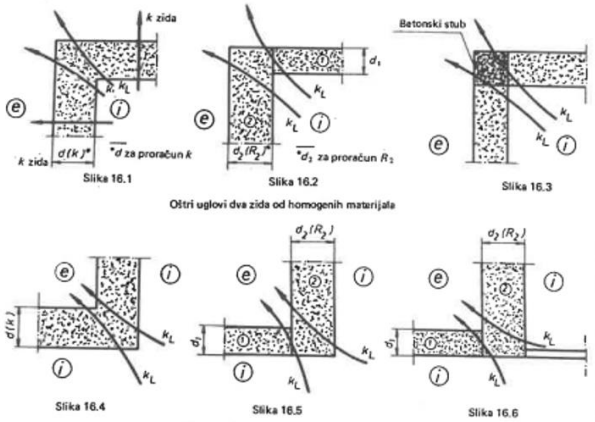
d_1 i d_2 — debljine građevinske konstrukcije 1 i 2, a d aritmetička sredina ovih debljina.

d) Ako se u uglu nalazi betonski stub (slika 16.3), koeficijent k_L je dat jednačinom:

$$k_L = 0{,}45\, d \quad \text{(W/mK)} \qquad (26)$$

gde je:

d — srednja aritmetička debljina dva zida.



Slika 16.1

Slika 16.2

Slika 16.3

Oštri uglovi dva zida od homogenih materijala

Slika 16.4

Slika 16.5

Slika 16.6

Tupi uglovi dva zida od homogenih materijala

Slika 16 — Uglovi dve građevinske konstrukcije od homogenih materijala

Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

2.4.7.2 Dva zida pod oštrim uglom sa spoljnom izolacijom ili dva zida pod tupim uglom sa unutrašnjom izolacijom

Ako su dva zida identična (slike 17.1 i 17.3), koeficijent k_L je dat jednačinom:

$$k_L = 0{,}6\, kd \ \text{(W/mK)} \qquad (22)$$

Ako su dva zida različita (slike 17.2 i 17.4), koeficijent k_L je dat jednačinom:

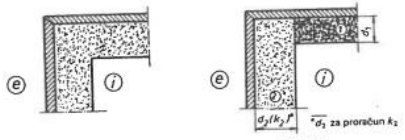
$$k_L = 0{,}6\, k_2 d \ \text{(W/mK)} \qquad (28)$$

gde je:

k_2 – koeficijent k zida koji čini ugao označen sa 2 na slikama 17.2 i 17.4,

d – aritmetička sredina debljina unutašnjih delova bez izolacije ako se radi o oštrom uglu i spoljnih delova ako se radi o tupom uglu.

Ako su dva zida monolitno povezana, primenjuje se jednačina (28), ali se k zamenjuje srednjim koeficijentom prolaza toplote k za obe građevinske konstrukcije.



Slika 17.1 Slika 17.2

Oštri uglovi dva zida sa izolacijom spolja

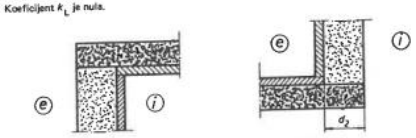
Slika 17.3 Slika 17.4

Tupi uglovi dva zida sa unutrašnjom izolacijom

Slika 17 – Građevinske konstrukcije pod uglom sa izolacijom

2.4.7.3 Dva zida pod oštrim uglom sa unutrašnjom izolacijom ili zid pod tupim uglom sa spoljnom izolacijom (slike 18.1 i 18.2)

Koeficijent k_L je nula.



Slika 18.1 Slika 18.2

Oštar ugao dva zida sa izolacijom iznutra Tup ugao dve zida sa izolacijom spolja

Slika 18 – Uglovi dve različite građevinske konstrukcije sa izolacijom

2.4.7.4 Građevinske konstrukcije pod oštrim uglom sa spoljnom izolacijom i građevinske konstrukcije pod tupim uglom sa unutrašnjom izolacijom, od kojih je jedna od homogenog materijala, obeležene su na sledeći način:

– građevinske konstrukcije sa izolacijom spolja ili iznutra sa 1,

– građevinske konstrukcije od homogenog materijala sa 2.

Tri slučaja se posmatraju, a koeficijent k_L je dat jednačinama:

a) ugao je sastavljen kako je prikazano na slikama 19.1 i 19.4;

$$k_L = \frac{0{,}3\, d_1}{0{,}06 + R_1 + R_2} \ \text{(W/mK)} \qquad (29)$$

b) ugao je sastavljen kao na slikama 19.2 i 19.5

$$k_L = \frac{0{,}3 \cdot d_1}{0{,}06 + R_1 + R_2} \ \text{(W/mK)} \qquad (30)$$

c) ugao je sastavljen kao na slikama 19.3 i 19.6

$$k_L = 0{,}6\, k_1 d \ \text{(W/mK)} \qquad (31)$$

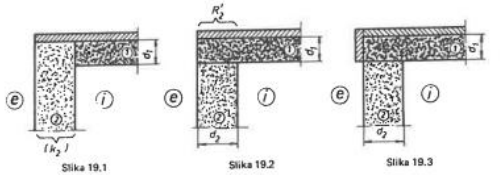
I kod monolitnog povezivanja građevinske konstrukcije 1 i 2 primenjuje se jednačina (31).

d) ugao je sastavljen kao što pokazuju slike 20.1 i 20.3:

$$k_L = \frac{0{,}2\, d}{R_1 + 0{,}2} \ \text{(W/mK)} \qquad (32)$$

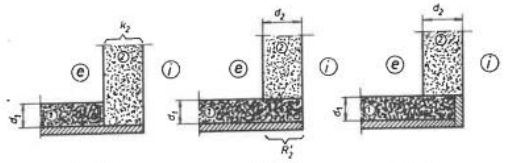
e) ugao je sastavljen kao što pokazuju slike 20.2 i 20.4:

$$k_L = 0{,}2\, k_2 d \ \text{(W/mK)} \qquad (33)$$



Slika 19.1 Slika 19.2 Slika 19.3

Oštri uglovi, jedan zid je sa izolacijom spolja

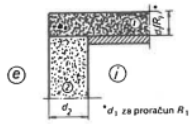


Slika 19.4 Slika 19.5 Slika 19.6

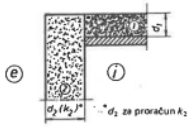
Tupi uglovi, jedan zid je sa izolacijom iznutra

Slika 19 – Ugaoni spoj izolovane i homogene građevinske konstrukcije

Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

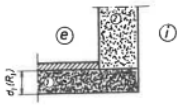


Slika 20.1

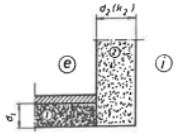


Slika 20.2

Oštri uglovi, jedan zid je sa izolacijom iznutra



Slika 20.3



Slika 20.4

Tupi uglovi, jedan zid je sa izolacijom spolja

Slika 20 — Ugaoni spoj izolovane i homogene građevinske konstrukcije

U jednačinama je:

d_1 — debljina građevinske konstrukcije 1 bez izolacije,
d_2 — debljina građevinske konstrukcije 2,
d — aritmetička sredina d_1 i d_2,
k_1 i k_2 — koeficijenti prolaza toplote građevinskih konstrukcija 1 i 2,
R_1 — toplotni otpor dela građevinske konstrukcije debljine d_1,
R_2 — toplotni otpor građevinske konstrukcije 2,
R_2' — toplotni otpor kroz zid 1 između spoljne i unutrašnje ravni građevinske konstrukcije 2.

2.4.7.5 Jedna građevinska konstrukcija sa spoljnom izolacijom a druga sa unutrašnjom izolacijom

Upotrebljene oznake imaju sledeća značenja:

— građevinska konstrukcija 1 — konstrukcija sa spoljnom izolacijom ako je ugao oštar i sa unutrašnjom izolacijom ako je ugao tup,
— građevinska konstrukcija 2 — druga konstrukcija.

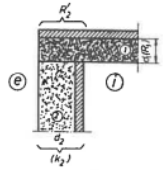
Razmatraju se dva slučaja. Koeficijent k_L dat je jednačinama:

a) Spoljašnja izolacija je kontinualna do spoljne ravni građevinske konstrukcije sa unutrašnjom izolacijom (slike 21.1 i 21.3):

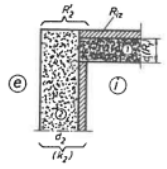
$$k_L = \frac{0{,}3\, d_1\, (1 + h_1)}{0{,}06 + R_1 + R_2'} \quad \text{(W/mK)} \qquad (34)$$

b) Spoljašnja izolacija je prekinuta kod unutrašnje ravni građevinske konstrukcije sa unutrašnjom izolacijom (slike 21.2 i 21.4)

$$k_L = \frac{0{,}3\, d_1\, (1 + h_1)}{0{,}06 + 0{,}5\, R_1 + R_2'} \quad \text{(W/mK)} \qquad (35)$$

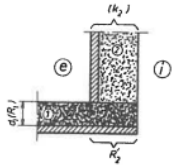


Slika 21.1

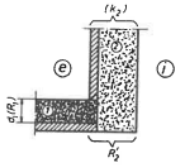


Slika 21.2

Oštri uglovi između zida sa izolacijom spolja i zida sa izolacijom iznutra



Slika 21.3



Slika 21.4

Tupi uglovi između zida sa izolacijom spolja i zida sa izolacijom iznutra

Slika 21 — Ugaoni spoj građevinskih konstrukcija od kojih jedna ima spoljašnju, a druga unutrašnju izolaciju

Vrednosti za h_1 su date u tabeli 7 u funkciji k_2 i R_{iz}, gde je:

d_1 i R_1 — debljina i toplotni otpor neizolovanog dela građevinske konstrukcije 1,
R_{iz} i k_2 — toplotni otpor izolacije i koeficijent prolaza toplote građevinske konstrukcije 2,
R_2' — toplotni otpor kroz građevinsku konstrukciju 1 između spoljne i unutrašnje ravni građevinske konstrukcije 2.

2.4.7.6 Sendvič građevinska konstrukcija beton—laki izolator

Koeficijent k_L može imati različitu vrednost za svaku građevinsku konstrukciju:

a) unutrašnja površina nije ograničena u uglu sa rebrom (zid označen sa 1 na slici 22)

Koeficijent k_L je dat jednačinom:

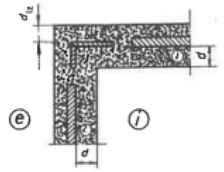
$$k_L = 0{,}6\, k_1 d \quad \text{(W/mK)} \qquad (36)$$

gde je:

k_1 — koeficijent prolaza toplote građevinske konstrukcije kroz izolaciju debljine d_{iz},
d — debljina unutrašnjeg platna.

Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

b) unutrašnja površina je ograničena u uglu sa rebrom (građevinska konstrukcija označena sa 2 na slici 22).



Slika 22 – Ugao između dve sendvič građevinske konstrukcije beton – laki izolator

Koeficijent k_L je dat jednačinom:

$$k_L = 0{,}85[0{,}7\,k_2 d + (k_2 - k_1)\cdot \frac{x}{2}\ ] \quad \text{(W/mK)} \qquad (37)$$

gde je:

k_2 – koeficijent prolaza toplote kroz rebra,

k_1 i d – imaju isto značenje kao pod a),

x – dat dijagramom na slici 10.

2.4.8 Veza između spoljne i unutrašnje građevinske konstrukcije

Sledeći proračuni važe za pregradne građevinske konstrukcije i tavanice, bilo da čine ili ne čine ispust napolje (i za slučaj kad postoji balkon ili loda). Za pregrade tanje od 9 cm uzima se da je koeficijent k_L jednak nuli, osim ako ima prekida izolacije kao na slici 23.0, kada se pregrada posmatra kao pregradna građevinska konstrukcija.

2.4.8.1 Opšti slučaj

Za opšti slučaj, osim za sendvič građevinske konstrukcije beton–laki izolator (koje se računaju prema t. 2.4.8.5), k_L se računa iz jednačine:

$$k_L = 0{,}4\,k_1 \cdot d_1\,(1 + h_2) \quad \text{(W/mK)} \qquad (38)$$

gde je:

k_1 – koeficijent prolaza toplote fiktivne građevinske konstrukcije smeštene kroz unutrašnju građevinsku konstrukciju i ograničene spoljnom i unutrašnjom ravni spoljašne građevinske konstrukcije (slike 23.2 i 23.4),

d_1 – debljina unutrašnje građevinske konstrukcije, izražena u m,

h_2 – koeficijent čije su vrednosti date u t. 2.4.8.2, 2.4.8.3 i 2.4.8.4 u funkciji tipa i karakteristika spoljne građevinske konstrukcije.

Koeficijent k_1 izračunava se jednačinom:

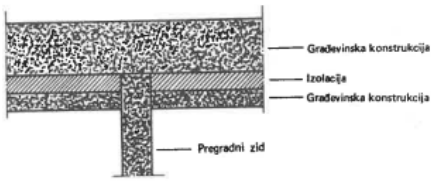
$$\frac{1}{k_1} = R + R_s \ (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}) \qquad (39)$$

gde je:

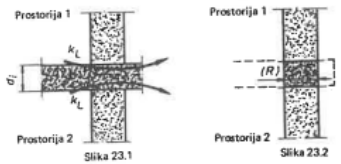
R – toplotni otpor fiktivne građevinske konstrukcije, izražen u m^2 K/W.

Napomena: R je nezavisno od eventualnog ispusta unutrašnje građevinske konstrukcije kroz spoljnu građevinsku konstrukciju.

R_s – dodatni toplotni otpor, izražen u m^2 K/W, čije su vrednosti date u t. 2.4.8.2, 2.4.8.3 i 2.4.8.4.

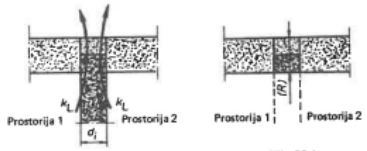


Slika 23.0



Slika 23.1 Slika 23.2

Veza građevinska konstrukcija – tavanica



Slika 23.3 Slika 23.4

Veza građevinska konstrukcija – pregrada

Slike 23 – Primeri veza između spoljnje i unutrašnje građevinske konstrukcije

2.4.8.2 Vrednosti za h_2 i R_s kad je spoljna građevinska konstrukcija od homogenog materijala (slika 24)

a) Vrednost za h_2 $\qquad h_2 = 0$

b) Vrednosti za R_s

$R_s = 0{,}15$ m^2 K/W. Ako unutrašnja građevinska konstrukcija ima na svakoj svojoj površini oblogu sa toplotnim otporom većim od 0,30 m^2 K/W, $R_s = 0{,}25$ m^2 K/W. Kad je spoljna građevinska konstrukcija laka fasada (manje od 300 kg/m^2), razlikuju se sledeća dva slučaja:

1) Kad je ispust unutrašnje građevinske konstrukcije obložen sa tri svoje strane izolatorom toplotnog otpora najmanje jednakog 0,5 m^2 K/W (slika 24,5), R_s je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,s}$) ovog izolatora i dužine ispusta (D); njegova vrednost je data u tabeli 5.

2) Kada je unutrašnja građevinska konstrukcija delimično obložena sa svoje dve strane (unutra ili spolja) izolatorom toplotnog otpora najmanje 0,5 m^2 K/W (slika 24,6), R_s je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,s}$ ili $R_{iz,j}$) izolacije i njene dužine (1); njene vrednosti su date u tabeli 6.

Ako je u ova dva poslednja slučaja unutrašnja građevinska konstrukcija istovremeno potpuno izolovana oblogom sa svoje unutrašnje strane toplotnom izolacijom otpora najmanje 0,30 m^2 · K/W, njegova vrednost za R_s dobija se dodajući 0,10 m^2 K/W vrednostima datim u tabelama 5 i 6.

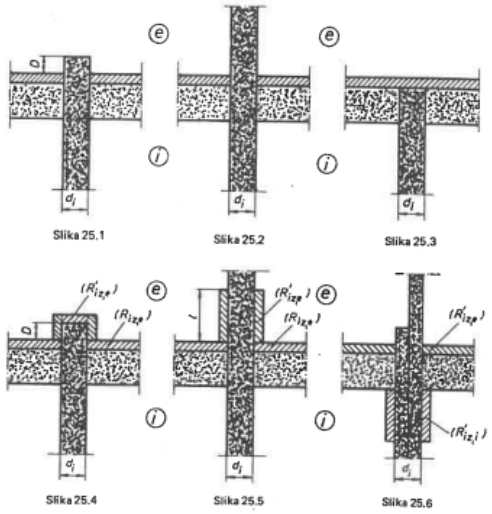
Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

2) Spoljni ispust unutrašnje građevinske konstrukcije je obložen sa tri svoje strane izolacijom čiji je toplotni otpor najmanje 0,5 m² K/W (slika 25.4); R_s je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,e}$) ove izolacije i dužine njegovog ispusta D; njegova vrednost je data u tabeli 5.

3) Spoljni ispust unutrašnje građevinske konstrukcije delimično je obložen sa dve strane izolacijom čiji je otpor najmanje 0,5 m² K/W (slika 25.5); R_s je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,e}$) ove izolacije i njegove dužine l.

Njegova vrednost je data u tabeli 6.

Izolacija postavljena na unutrašnjoj građevinskoj konstrukciji u prostorijama (slika 25.6) ne menja vrednosti R_s.



Slika 25.1 Slika 25.2 Slika 25.3

Slika 25.4 Slika 25.5 Slika 25.6

Slika 25 — Veze između spoljnje građevinske konstrukcije izolovane spolja i jedne unutrašnje građevinske konstrukcije

2.4.8.4 Vrednost za h_2 i R_s kad spoljna građevinska konstrukcija ima unutrašnju izolaciju (slika 26)

a) Vrednosti za h_2

h_2 je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,i}$) unutrašnje izolacije i koeficijenta prolaza toplote spoljne građevinske konstrukcije (k_a). Njegova vrednost jednaka je h_1 i data u tabeli 7.

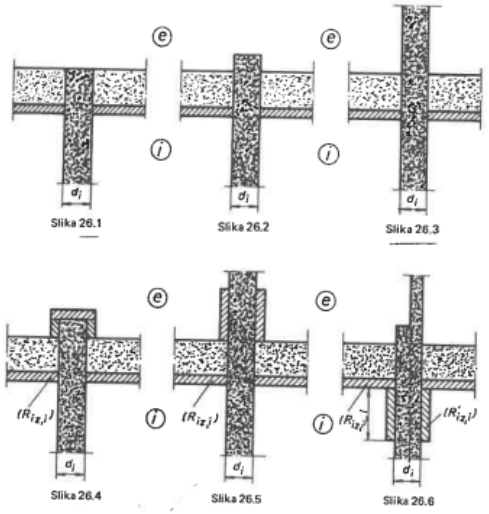
b) Vrednosti za R_s

Bilo da je spoljni ispust unutrašnje građevinske konstrukcije izolovan ili ne, vrednost R_s zavisi od izolacije unutrašnjeg dela ove građevinske konstrukcije i ima sledeće vrednosti:

— ako unutrašnji deo nije izolovan (slika 26.1 do 26.3), ako je izolovan samo sa jedne strane ili ako je izolovan sa dve strane sa izolacijom čiji je toplotni otpor manji od 0,3 m² K/W, R_s je jednako 0,15 m² K/W;

— ako je unutrašnji deo potpuno obložen sa dve strane izolacijom čiji je toplotni otpor najmanje 0,3 m² · K/W, R_s je jednako 0,25 m² K/W;

— ako je unutrašnji deo delimično ili potpuno obložen sa dve strane izolacijom čiji je toplotni otpor najmanje 0,5 m² K/W (slika 26.6), R_s je funkcija toplotnog otpora ($R_{iz,i}$) ove izolacije i njene dužine l, a njegova vrednost je data u tabeli 6.



Slika 26.1 Slika 26.2 Slika 26.3

Slika 26.4 Slika 26.5 Slika 26.6

Slika 26 — Veze između spoljnje građevinske konstrukcije sa unutrašnjom izolacijom i unutrašnje građevinske konstrukcije

2.4.8.5 Specijalan slučaj sendvič građevinske konstrukcije beton—laki izolator

Mogu se posmatrati četiri slučaja prema tome da li na ivici građevinske konstrukcije postoji rebro ili ne i da li je kraj građevinske konstrukcije izolovan ili ne.

a) Građevinska konstrukcija ima rebro na ivici, a unutrašnja građevinska konstrukcija nije izolovana (slika 27.1):

$$k_L = 0{,}4\, k_n d_i \quad \text{(W/mK)} \qquad (40)$$

b) Građevinska konstrukcija ima rebro na ivici, a kraj unutrašnje pregrade je izolovan (slika 27.2):

$$k_L = 0{,}4\, [\, (k_{o2} \cdot d_1) + (k_n - k_{o2})\, x\,] \quad \text{(W/mK)} \qquad (41)$$

Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510

c) Građevinska konstrukcija nema rebro na ivici, a kraj unutrašnje pregrade nije izolovan (slika 27.3):

$$k_1 = 0{,}4\,[\,k_n d_i + (k_n - k_{o1})\,x\,] \quad \text{(W/mK)} \qquad (42)$$

d) Građevinska konstrukcija nema rebro na ivici, izolacija je na kraju unutrašnje pregrade u ravni izolacije građevinske konstrukcije i nastavlja je (slika 27.4):

$$k_1 = 0{,}4\,k_{o2} d_i \quad \text{(W/mK)} \qquad (43)$$

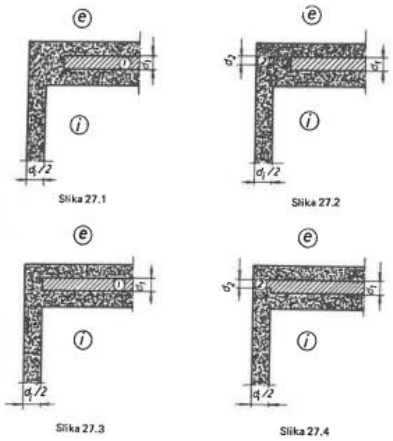
gde je:

k_n – koeficijent prolaza toplote kroz rebro ili u slučaju c) koeficijent k_L kroz unutrašnju građevinsku konstrukciju izračunat prema metodi opisanoj u t. 2.4.8.4; uzeto je da je $R_s = 0{,}17\ m^2 K/W$;

k_{o1} – koeficijent prolaza toplote kroz izolaciju u osnovnom delu;

k_{o2} – koeficijent prolaza toplote kroz unutrašnju građevinsku konstrukciju, izračunat prema metodi opisanoj u t. 2.4.8.1; uzeto je da je $R_s = 0{,}17\ m^2 K/W$;

x – veličina definisana u t. 2.4.4.2.



Slika 27.1 Slika 27.2 Slika 27.3 Slika 27.4

Slika 27 – Veze između sendvič građevinske konstrukcije i unutrašnje građevinske konstrukcije

[No Title]

3 Koeficijent prolaza toplote građevinskih konstrukcija u kontaktu sa tlom

Razlikuju se podovi, vertikalne građevinske konstrukcije i tavanice (slika 28).

Za podove i zidove, toplotni gubici po jedinici razlike temperature spolja i unutra (ϕ_k) dati su jednačinom

$$\phi_k = k_L \cdot L \quad \text{(W/K)} \qquad (44)$$

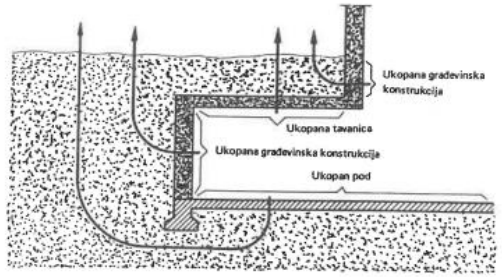
gde je:

k_L – koeficijent linijskog prolaza toplote poda ili građevinske konstrukcije kojima se daju vrednosti iz t. 3.1 i 3.1, u W/mK;

L – spoljni obim poda ili građevinske konstrukcije, u m.

Ova metoda proračuna obuhvata gubitke usled veze građevinska konstrukcija–pod, građevinska konstrukcija–međuspratna tavanica i građevinska konstrukcija–pregrada.

Za tavanice, toplotni gubici za jedinicu razlike temperature unutra i spolja proračunati su kao da se radi o tavanici u kontaktu sa spoljnom sredinom. Njeni toplotni gubici su jednaki proizvodu unutrašnje površine tavanice sa njenim koeficijentom prolaza toplote, pri čemu se ovaj računa prema metodi datoj u t. 3.3.



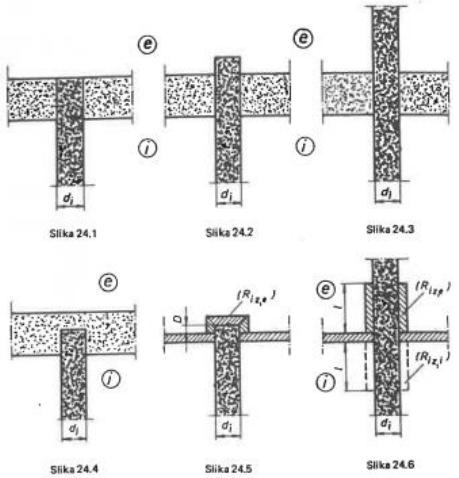
Slika 28 – Prolaz toplote kroz građevinsku konstrukciju u kontaktu sa tlom

3.1 Podovi na tlu ili ukopani podovi

3.1.1 Pod bez posebne toplotne izolacije

Koeficijent k_L je funkcija razlike nivoa (z) između gornje površine poda i tla; z (dato u tabeli 8) je negativno ako je pod ispod tla (slika 29.1, pod ukopan) i pozitivno u suprotnom slučaju (slika 29.2).

Nekad „davno”..JUS (HRN) U.J5.510



Slika 24 – Veze između spoljašnjeg zida od homogenog materijala i unutrašnje građevinske konstrukcije

Tabela 5 – Vrednosti za R_s za unutrašnji zid koji ispada i izolovan sa tri strane (u m² K/W)

Toplotni otpor spoljne izolacije $R'_{iz,e}$ (m² · K/W)	Dužina ispusta D (m)				
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
0,5	0,44	0,37	0,33	0,30	0,28
0,75	0,57	0,47	0,40	0,36	0,33
1,0	0,71	0,57	0,48	0,43	0,39
1,25	0,84	0,67	0,56	0,49	0,44
1,5	0,98	0,77	0,64	0,56	0,50
1,75	1,11	0,87	0,71	0,62	0,55
2,0	1,25	0,97	0,79	0,69	0,61
2,5	1,52	1,17	0,94	0,82	0,72
3,0	1,79	1,37	1,10	0,95	0,83

Tabela 6 – Vrednosti za R_s kad je unutrašnji zid delimično izolovan sa dve strane spolja ili unutar prostorije (u m² · K/W)

Toplotni otpor unutrašnje izolacije $R'_{iz,i}$ ili spoljne $R'_{iz,e}$ (m² K/W)	Dužina izolacije l (m)				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,5	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26
0,75	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27
1,0	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
1,25	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29
1,5	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
1,75	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
2,0	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
2,5	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36
3,0	0,32	0,34	0,36	0,37	0,38

Tabela 7 – Vrednosti za h_1

Koeficijent k spoljnjeg zida k_e (W/m³ · K)	Toplotni otpor spoljne izolacije $R_{iz,e}$ ili unutrašnje izolacije $R_{iz,i}$ (m² · K/W)										
	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
1,5	0,31	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,3	0,15	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,2	0,07	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,0	0	0,32	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–
0,9	0	0,19	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–
0,8	0	0,07	0,41	0,60	–	–	–	–	–	–	–
0,7	0	0	0,23	0,56	0,60	–	–	–	–	–	–
0,6	0	0	0,07	0,32	0,60	0,60	–	–	–	–	–
0,5	0	0	0	0,11	0,32	0,56	0,60	–	–	–	–
0,45	0	0	0	0,02	0,19	0,38	0,60	–	–	–	–
0,4	0	0	0	0	0,07	0,23	0,41	0,60	0,60	–	–
0,35	0	0	0	0	0	0,09	0,23	0,38	0,56	0,60	–
0,3	0	0	0	0	0	0	0,07	0,29	0,32	0,46	0,60

Za međuvrednosti k_e i $R_{iz,i}$ ili $R_{iz,e}$ interpolište se linearno.

2.4.8.3 Vrednosti za h_2 i R_s kada spoljna građevinska konstrukcija ima izolaciju spolja (slika 25)

a) Vrednosti za h_2

h_2 je funkcija toplotnog otpora spoljne izolacije ($R_{iz,e}$) i koeficijenta prolaza toplote građevinske konstrukcije (k_e). Njegova vrednost je nula ako je izolacija kontinuirana preko unutrašnje građevinske konstrukcije (slika 25.3), za ostale slučajeve jednako je h_1 čije su vrednosti date u tabeli 7.

b) Vrednosti za R_s

Razlikuju se tri slučaja:

1) Kraj unutrašnje građevinske konstrukcije nije izolovan (slike 25.1 i 25.2) ili je izolacija spoljne građevinske konstrukcije kontinuirana preko unutrašnje građevinske konstrukcije (slika 25.3): R_s je jednako 0,15 m² K/W.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 10211-1

First edition
1995-08-15

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO
41000 ZAGREB, Avenija Vukovar 78/2
Tel. 633-444 Fax. 536-688

Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures —

Part 1:
General calculation methods

IZVORNI PRIMJERAK

Ponts thermiques dans le bâtiment — Flux de chaleur et températures superficielles —

Partie 1: Méthodes générales de calcul

ISO

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 10211-2

First edition
2001-03-01

Thermal bridges in building construction — Calculation of heat flows and surface temperatures —

Part 2:
Linear thermal bridges

IZVORNI PRIMJERAK

Ponts thermique dans les bâtiments — Calcul des flux thermiques et des températures superficielles

Partie 2: Ponts thermiques linéaires

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO
10000 ZAGREB, Ul. grada Vukovara 78

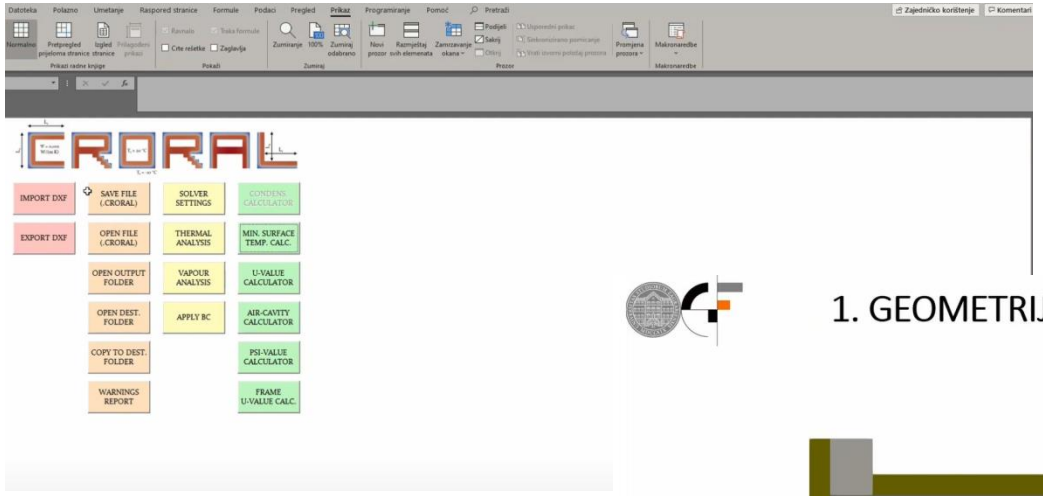
ISO

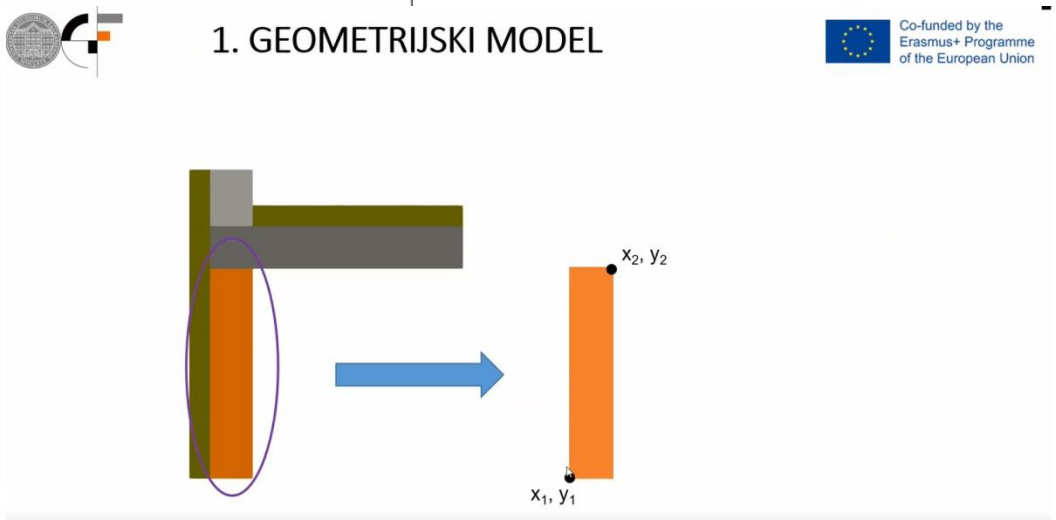
Reference number
ISO 10211-2:2001(E)

© ISO 2001

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

„CRORAL” računalni program za proračun toplinskih mostova i površinskih temperatura

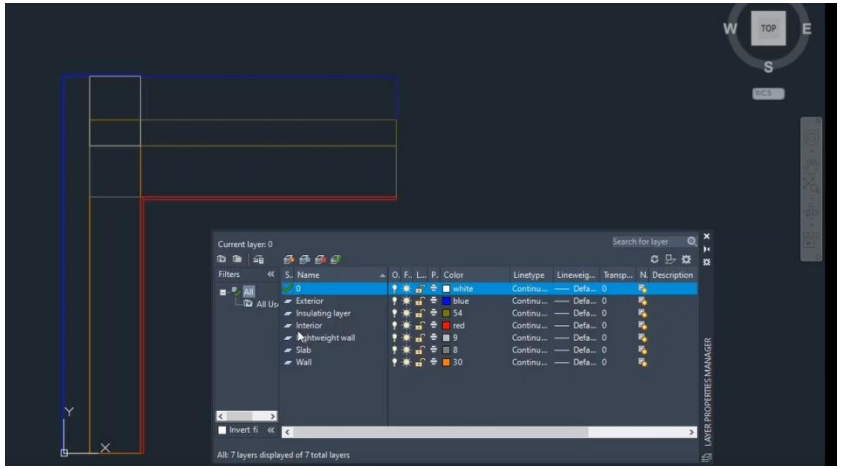




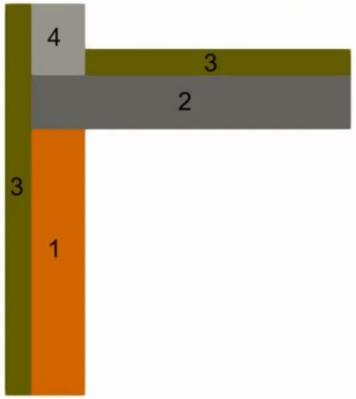
Izvor: Građevinski fakultet Zagreb; Marina Bagarić, Mergim Gaši, Bojan Milovanović

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

„CRORAL” računalni program za proračun toplinskih mostova i površinskih temperatura



#	Material	λ [W/(m K)]	μ [--]
1	Brick	0,48	8,00
2	Concrete	2,00	110,00
3	Insulation	0,04	1,00
4	Lightweight concrete	0,53	5,00



#	Material	λ [W/(m K)]	ρ [kg/m³]	c_p [J/(kg K)]	μ [--]	Source/Sink [W/m²]
1	Brick	0,48			8,00	
2	Concrete	2,00			110,00	
3	Insulation	0,04			1,00	
4	Lightweight concrete	0,53			5,00	

Izvor: Građevinski fakultet Zagreb; Marina Bagarić, Mergim Gaši, Bojan Milovanović

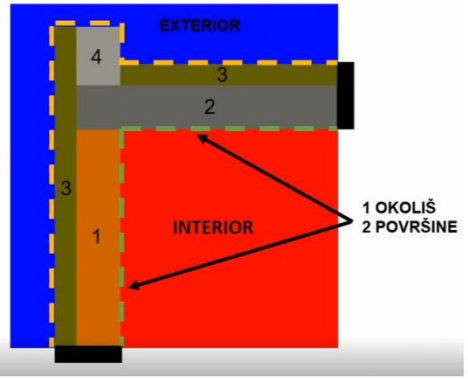
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

3. RUBNI UVJETI

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Adijabatski rubni uvjeti HRN EN ISO 10211
(minimalno 1 m od mjesta TM)

#	Boundary	Room	h [W/(m² K)]	T [°C]	RH [%]
1	Adiabatic	Adiabatic	--	--	--
2	Interior	Interior	7,69	20,00	60,00
3	Exterior	Exterior	25,00	0,00	90,00



PRIMJER 1 – SPOJ ZIDA I PLOČE

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

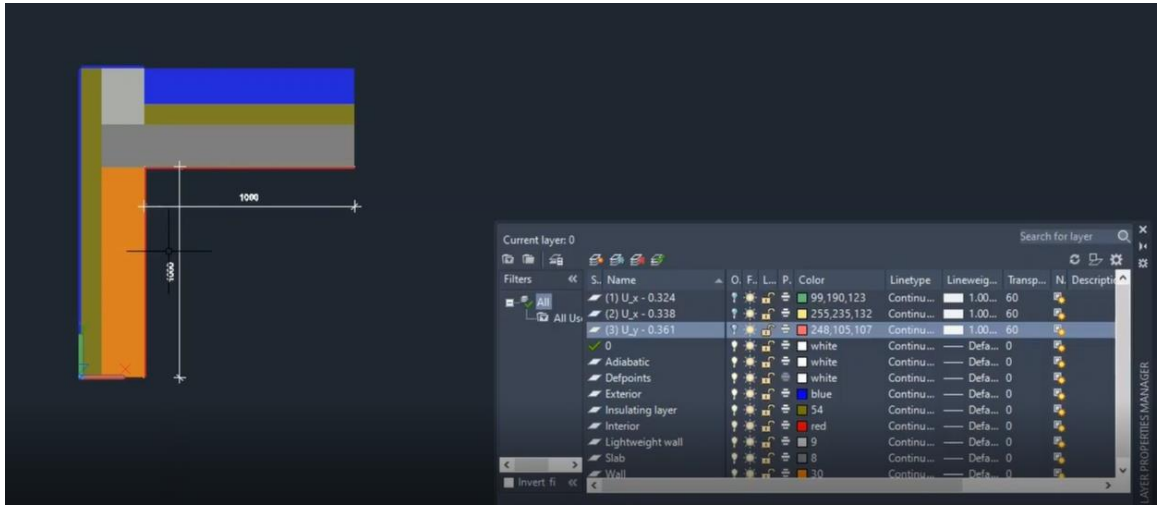
- **POSTUPAK**:

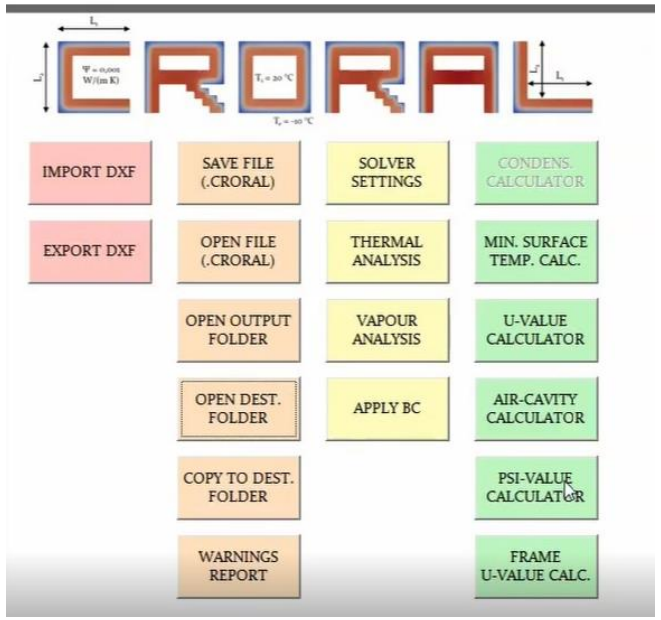
1. GEOMETRIJSKI MODEL
2. MATERIJALNE KARAKTERISTIKE
3. RUBNI UVJETI
4. **ULAZNI PARAMETRI ZA NUMERIČKU ANALIZU**
5. TOPLINSKA ANALIZA
6. KONDENZACIJA VODENE PARE

Izvor: Građevinski fakultet Zagreb; Marina Bagarić, Mergim Gaši, Bojan Milovanović

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

A	B	C	D	E	F	G
Layers	Thickness [mm]	Layer Resistance [(m² K)/W]	R [(m2 K)/W]	U-value [W/(m² K)]	$(x_{min};y_{min}) \times (x_{max};y_{max})$ [mm]	View in AutoCAD
Exterior/Insulation/Brick/Interior	--/100/200/--	0,04/2,5/0,417/0,13	3,087	0,324	(0;0) × (300;1000)	POLYLINE 0,500 300,500 CLOSE POINT 0,500 POINT 300,500 -TEXT 46.33,505 29.6 c
Exterior/Insulation/Lightweight concrete/Exterior	--/100/200/--	0,04/2,5/0,377/0,04	2,957	0,338	(0;1300) × (300;1470)	POLYLINE 0,1385 300,1385 CLOSE POINT 0,1385 POINT 300,1385 -TEXT 46.33,1390 29
Interior/Concrete/Insulation/Exterior	--/200/100/--	0,13/0,1/2,5/0,04	2,770	0,361	(36[illegible]1000) × (1300;1300)	POLYLINE 800,1000 800,1300 CLOSE POINT 800,1000 POINT 800,1300 -TEXT 795,104

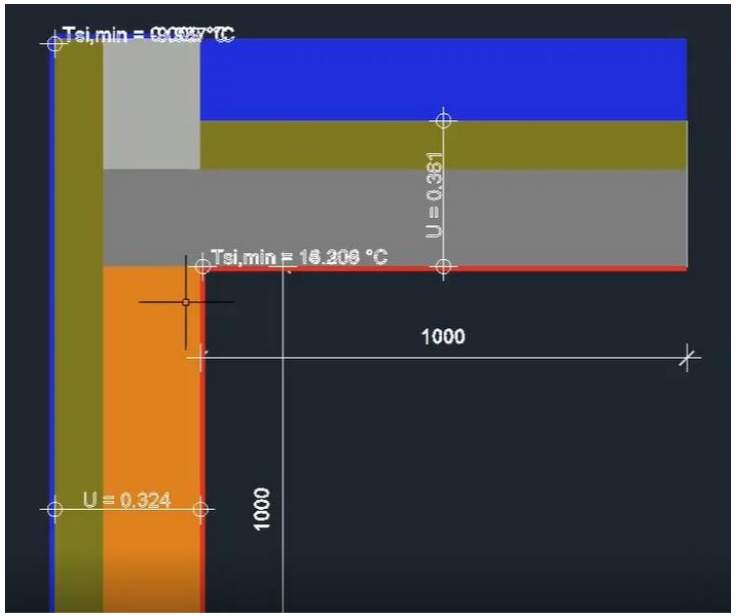




Izvor: Građevinski fakultet Zagreb; Marina Bagarić, Mergim Gaši, Bojan Milovanović

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

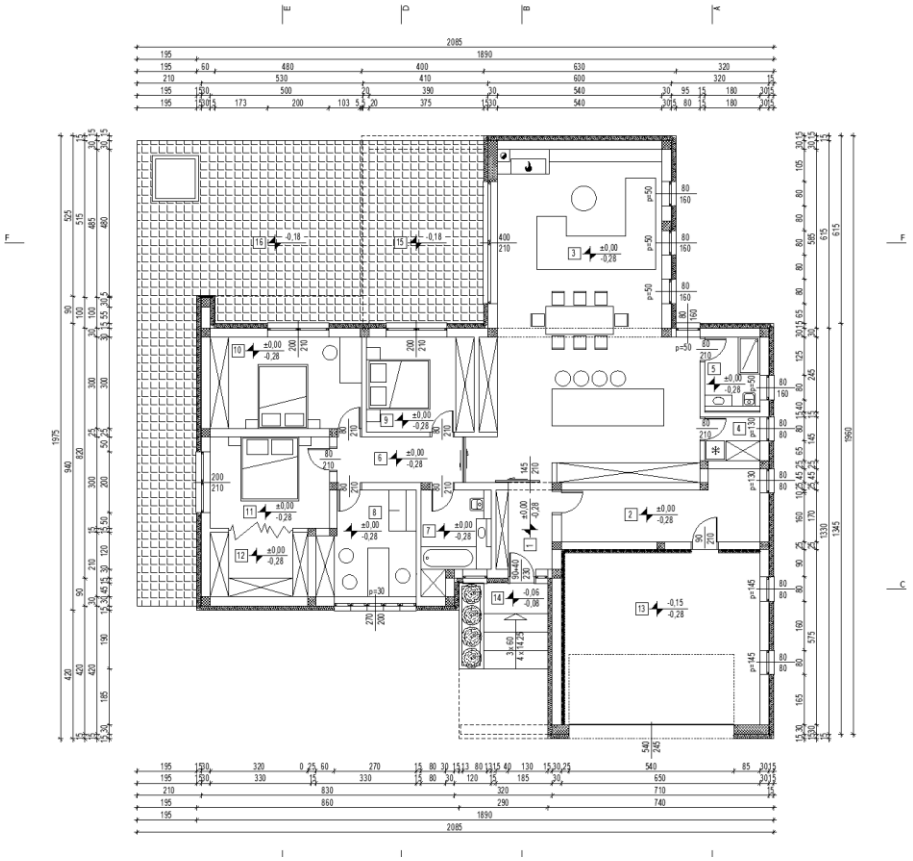
	A	B	C	D	E
1	$Room_i/Room_j$	U-value [W/(m² K)]	L [m]	ΔT [°C]	U × L [W/(m K)]
2	Interior/Exterior	0,361	1,000	20,000	0,361
3	Interior/Exterior	0,324	1,000	20,000	0,324
4			Interior/Exterior	Ψ [W/(m K)] =	0,374
5					



Izvor: Građevinski fakultet Zagreb; Marina Bagarić, Mergim Gaši, Bojan Milovanović

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće



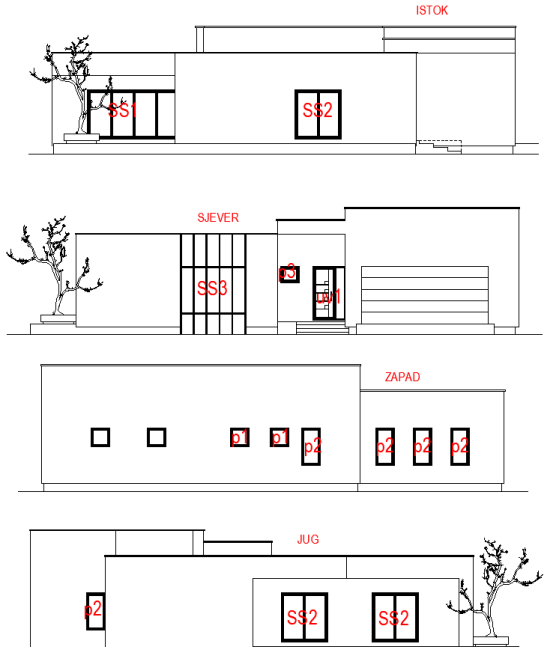
NETO POVRŠINA ZATVORENI DIO:

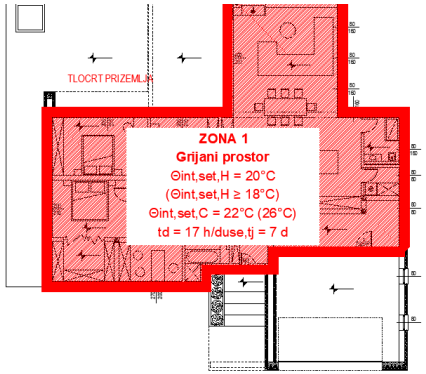
1	Vjetrobran SPOLVT	4,81m²
2	Gospodarstvo Keramičke pločice	12,24m²
3	Kuh. + blag. + d. boravak SPOLVT	68,14m²
4	Izba SPOLVT	2,61m²
5	Kupaonica Keramičke pločice	4,41m²
6	Predsoblje SPOLVT	6,30m²
7	Kupaonica Keramičke pločice	5,98m²
8	Radna soba SPOLVT	10,71m²
9	Spavaća soba SPOLVT	11,01m²
10	Spavaća soba SPOLVT	14,85m²
11	Spavaća soba SPOLVT	11,70m²
12	Ugrađeni ormar SPOLVT	6,93m²
13	Garaža Zaglađeni estrih	37,38m²

NETO POVRŠINA OTVORENI DIO:

10	Natkriveni ulaz Keramičke pločice	8,12m²
11	Natkrivena terasa Betonski opločnici	28,32m²
11	Neatkrivena terasa Betonski opločnici	57,28m²

Zatvoreni dio ukupno:	197,07m²
Otvoreni dio ukupno:	93,72m²
SVEUKUPNO:	290,79m²





Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

Popis građevnih dijelova

Građevni dijelovi

#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(max)	
1	Z1 - Vanjski zid	Vanjski zidovi	150,30	0,12	0,30	0,77	0,97	✓
2	Z2 - Vanjski zid_ab	Vanjski zidovi	34,00	0,21	0,30	0,77	0,95	✓
3	Z5 - Zid prema garaži	Zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	27,40	0,19	0,30	0,77	0,95	✓
4	Z3 - Unutarnji zid_25 cm*	Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika	0,00	1,22	-	-	-	✓
5	Z4 - Unutarnji zid_12 cm*	Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika	0,00	1,82	-	-	-	✓
6	K1 - RAVNI NEPROHODNI KROV_fert	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	114,80	0,11	0,25	0,77	0,97	✓
7	K2 - RAVNI NEPROHODNI KROV_ab	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	75,60	0,12	0,25	0,77	0,97	✓
8	K3 - RAVNI NEPROHODNI KROV_nadstre...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,12	0,25	0,77	0,97	✓
9	K4 - RAVNI NEPROHODNI KROV_nadstre...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,10	0,25	0,77	0,98	✓
10	K5 - RAVI NEPROHODNI KROV_iznad gar...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,09	0,25	0,77	0,98	✓
11	P1 - POD NA TLU_grijani dio	Podovi na tlu	190,40	0,18	0,30	0,84	0,96	✓
12	P2 - POD NA TLU_garaža*	Podovi na tlu	0,00	0,60	-	0,84	0,85	✓
13	Zs - Vanjski zid_sokl	Vanjski zidovi	22,30	0,21	0,30	0,77	0,95	✓

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	0,020	✓
2	Leiertherm 30 U+Z	30,000	2,013	✓
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,006	✓
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	20,000	5,882	✓
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,006	✓
6	Impregnacijski predpremaz	0,002	0,000	✓
7	Silikonska završna žbuka	0,200	0,003	✓

Građevni dijelovi

#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(max)	
1	Z1 - Vanjski zid	Vanjski zidovi	150,30	0,12	0,30	0,77	0,97	✓
2	Z2 - Vanjski zid_ab	Vanjski zidovi	34,00	0,21	0,30	0,77	0,95	✓
3	Z5 - Zid prema garaži	Zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	27,40	0,19	0,30	0,77	0,95	✓
4	Z3 - Unutarnji zid_25 cm*	Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika	0,00	1,22	-	-	-	✓
5	Z4 - Unutarnji zid_12 cm*	Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika	0,00	1,82	-	-	-	✓
6	K1 - RAVNI NEPROHODNI KROV_fert	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	114,80	0,11	0,25	0,77	0,97	✓
7	K2 - RAVNI NEPROHODNI KROV_ab	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	75,60	0,12	0,25	0,77	0,97	✓
8	K3 - RAVNI NEPROHODNI KROV_nadstre...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,12	0,25	0,77	0,97	✓
9	K4 - RAVNI NEPROHODNI KROV_nadstre...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,10	0,25	0,77	0,98	✓
10	K5 - RAVI NEPROHODNI KROV_iznad gar...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	0,00	0,09	0,25	0,77	0,98	✓
11	P1 - POD NA TLU_grijani dio	Podovi na tlu	190,40	0,18	0,30	0,84	0,96	✓
12	P2 - POD NA TLU_garaža*	Podovi na tlu	0,00	0,60	-	0,84	0,85	✓
13	Zs - Vanjski zid_sokl	Vanjski zidovi	22,30	0,21	0,30	0,77	0,95	✓

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R	
1	4.01 Gipskartonske ploče	1,250	0,050	✓
2	Neprovjetravan sloj zraka	28,000	0,160	✓
3	2.01 Armirani beton	20,000	0,077	✓
4	Geotekstil 150-200 g/m2	0,020	0,001	✓
5	HOMESEAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,020	0,000	✓
6	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof THERMAL	20,000	5,556	✓
7	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	10,000	2,632	✓
8	Geotekstil 150-200 g/m2	0,020	0,001	✓
9	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,180	0,007	✓
10	Geotekstil 350 g/m2	0,020	-	✓
11	Drenažni sloj (šljunak)	5,000	-	✓

Naziv otvora	Ug1	Ug2	Ug	Uf	Uw1	Uw2	ΔR	n	Uw [W/m² K]	
SS1 400/210	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,85	✓
SS2 200/210	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,85	✓
p1 80/80	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,85	✓
p2 80/160	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,85	✓
p3 80/70	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,85	✓
SS3 270/200	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,85	✓
uv 90+40/230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,20	✓
vg 90/210 - vrata prema garaži	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,20	✓

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

Protok zraka infiltracijom

01. Osnovni podaci	
#	1
H Ve,inf,H,os	20,39
H Ve,inf,C,os	20,39
02. Kategorija zrakopropusnosti	
Korisnički unos n 50	**Da**
Kategorija zrakopropusnosti	I a - Testiranje zrakopropusnosti nakon završetka zgrade (bez GVIK)
n 50	**1,50**
03. Klasa zaklonjenosti	
Klasa zaklonjenosti	**Srednje zaklonjene**
Klasa izloženosti	**Izloženo više od jedne fasade**
e wind	0,07
f wind	15,00
04. Protok zraka uslijed infiltracije	
N mech,sup,H	0,50
N mech,sup,C	0,50
N mech,exh,H	0,50
N mech,exh,C	0,50
f v,mech,H	0,00
f v,mech,C	0,00
05. Potrebna toplina zbog infiltracije	
θ int,H	20,00
θ int,C	22,00

!!

Protok zraka mehaničkom ventilacijom

01. Osnovni podaci	
#	1
Meh. ventilacija prisutna?	**Da**
Korisnički unos n req,H	Ne
Korisnički unos n req,C	Ne
Shema sustava ventilacije	**Shema 2**
Smještaj jedinice za obradu zraka	**Unutar zone**
V mech,exh,H	0,00
V mech,exh,C	0,00
Kontrola vlažnosti.	Sustavi sa kontrolom vlažnosti unutar tolerancija
x mech,sup,H	0,0060
p s(θ int,C)	2645,13
H Ve,mech,H	96,14
H Ve,mech,C	96,14
02. Klasa razvodnih kanala	
Klasa razvodnih kanala	**Klasa C (i bolje)**
C ductleak	1,00
A duct	**20,00**
A indoorduct	**20,00**
A i	0,00
03. Klasa AHU jedinice	
Klasa jedinice AHU	**Klasa L1 (i bolje)**
C AHUleak	1,00
04. Udio toplinskog opterećenja	
Korisnički unos kv,H	Da
kv,H	**0,00**
Φ H,em	0,00
Φ H,em,tot	0,00
Korisnički unos kv,C	Da
kv,C	**0,00**
Φ C,em	0,00
Φ C,em,tot	0,00
05. Faktor povrata topline	
Korisnički unos η hru	**Da**
Tip izmjenjivača	Pločasti izmjenjivač
η hru	**0,90**

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV
Sustav rekuperacije prostora

ventilacijski kompaktni uređaj s povratom topline (rekuperator) , proizvod kao Helios
KWL 300 W (L)-ulaz svježeg zraka s lijeve strane,
Sviježi i odsisni zrak se filtriraju filterima klase G4.
Protusmjerni izmjenjivač iz polimernog materijala omogućuje efikasnost do 90%.
- tehničke karakteristika:
- Protok zraka: 220 m³/h,
- Vanjski statički tlak: 150 Pa,
- El. snaga ventilatora: 2x 6-84 W, ~1, 230V,
- Nivo zvučnog tlaka Lpa1m: 38 dB
- Dimenzije: 600x660x361 mm,
- Masa: 37 kg
- Temperaturno područje rada -20˚C + 40˚C
- Energetski razred: A

v.j.

Dizalica topline zrak/voda, namijenjena za grijanje/hlađenje prostora, koja se sastoji od vanjske i unutarnje jedinice (hydroboxa):
VVanjska jedinica tehničkih karakteristika:
Učin hlađenja (A35 / W18): 10,0 kW
Energetska učinkovitost EER: 4,47
Učin grijanja (A7 / W35) : 11,2 kW
Energetska učinkovitost COP: 4,46
Učin grijanja (A2 / W35) : 10,0 kW
Energetska učinkovitost COP: 3,32
Učin grijanja (A-15 / W35) : 8,8 kW
Energetska učinkovitost COP: 2,13
Razina buke (zvučni tlak) - grijanje: 60 dB

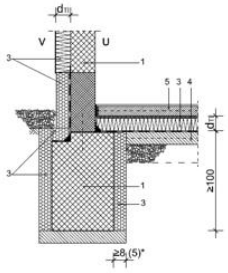
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

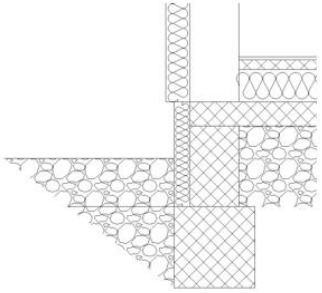
TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

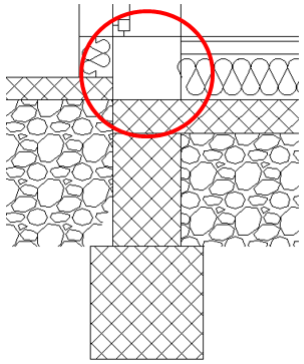
- Korekcija 0,05 W/m2K (?):

6. Spoj temelja i vanjskog nosivog zida

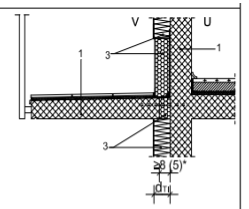
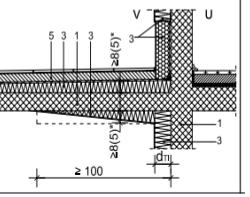
Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja s dobro riješenim toplinskim mostovima
1.	Spoj temeljne trake i masivnog zida - toplinska izolacija poda s unutarnje (gornje) strane	

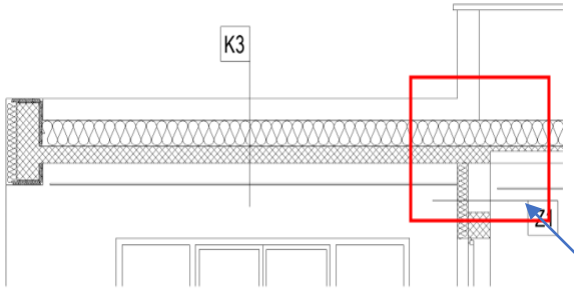
- detalj u projektu:





Okvir staklene stijene

30.	Balkon ili loggia - rješenje s izvedbom umetka za konstrukcijski prekid toplinskog mosta	
31.	Balkon ili loggia - rješenje s oblaganjem armiranobetonske ploče balkona/loggie toplinskom izolacijom s gornje i donje strane	



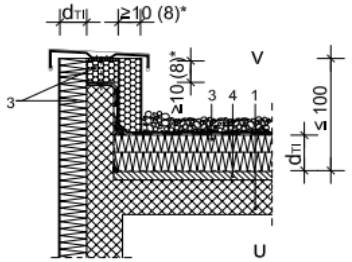
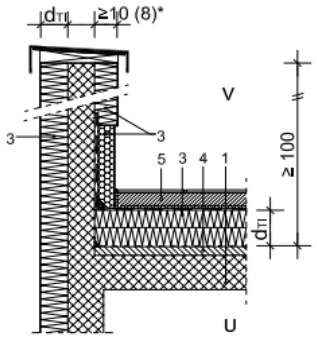
garaža

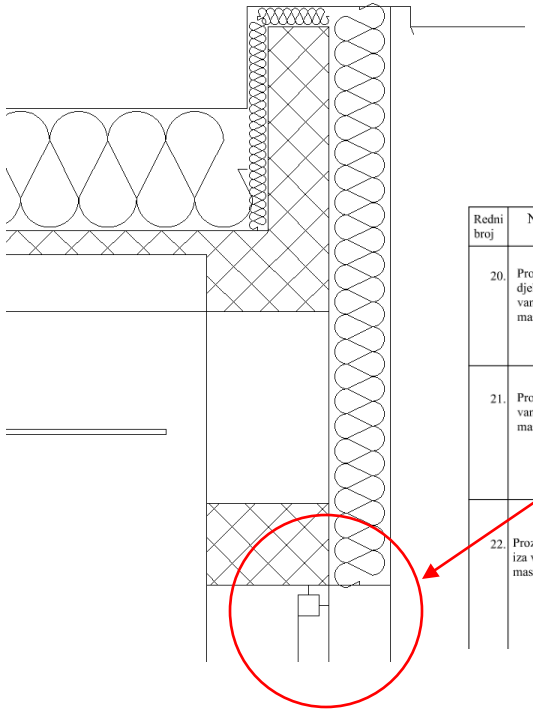
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

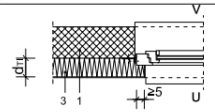
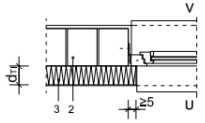
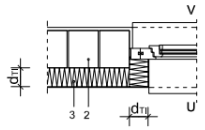
Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Korekcija 0,05 W/m2K (?):

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja s dobro riješenim toplinskim mostovima
32.	Rubni završetak ravnog krova - nadozid visine < 100 cm - rješenje s oblaganjem cijelog nadozida toplinskom izolacijom	
33.	Rubni završetak ravnog krova - nadozid visine ≥ 100 cm - rješenje s obostranim oblaganjem nadozida toplinskom izolacijom	



Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja s dobro riješenim toplinskim mostovima
20.	Prozor na poziciji djelomično ispred vanjske ravnine masivnog dijela zida	
21.	Prozor na poziciji vanjske ravnine masivnog dijela zida	
22.	Prozor na poziciji iza vanjske ravnine masivnog dijela zida	

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Korekcija 0,05 W/m2K (?):

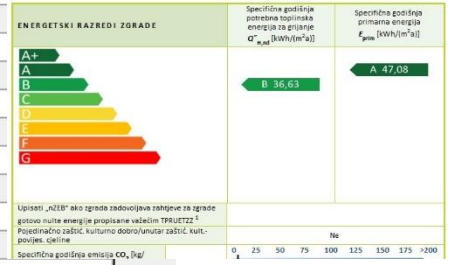
○ Paušalni dodatak UTM=0,10 [W/(m2K)]
◉ Paušalni dodatak UTM=0,05 [W/(m2K)]
○ Paušalni dodatak UTM=0,02 [W/(m2K)]
○ Paušalni dodatak UTM=0,01 [W/(m2K)]

Paušalni dodatak u iznosu od UTM = 0,05 [W/(m2K)] se koristi kod novih i rekonstruiranih zgrada ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, prilog D, te za to postoji dokumentacija kojom se prikazuju rješenja. U slučaju da rješenja toplinskih mostova nisu izrađena prema „prilogu D", potrebno je provesti izračun točkastih toplinskih mostova i barem jednostavni izračun toplinskih mostova (svi linijski toplinski mostovi), te priložiti dokaze o izračunu.

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

Osvježi satni proračun

A [m^2]	654,32	fo [m^{-1}]	0,87	
Ak [m^2]	159,69	Ak' [m^2]	159,69	
Ve [m^3]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	6434,89			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	40,30	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1383,92			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	8,67	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4799,57			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	30,06			
E_{prim} [kWh/a]	7746,50			
E''_{prim} [kWh/(m^2 a)]	48,51	E''_{prim} (max) [kWh/(m^2 a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m^2 K]	0,27	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m^2 K]	0,47	ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	173,68			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	44,96			
Ql [kWh]	17691,73	Qs [kWh]	5753,48	
Qi [kWh]	7805,77	Qg [kWh]	13559,26	

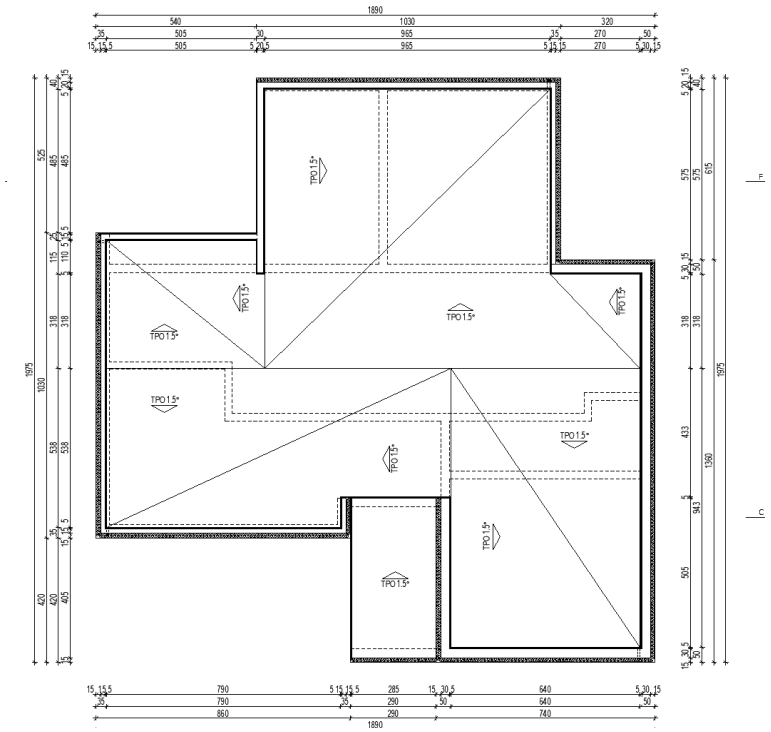


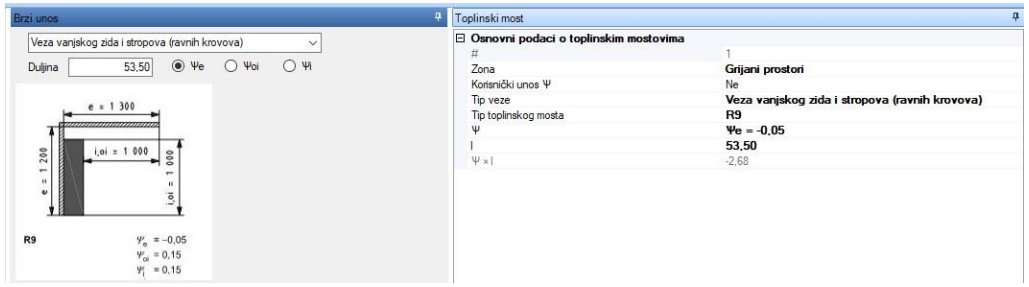
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Proračun u skladu s HRN EN ISO 14683:



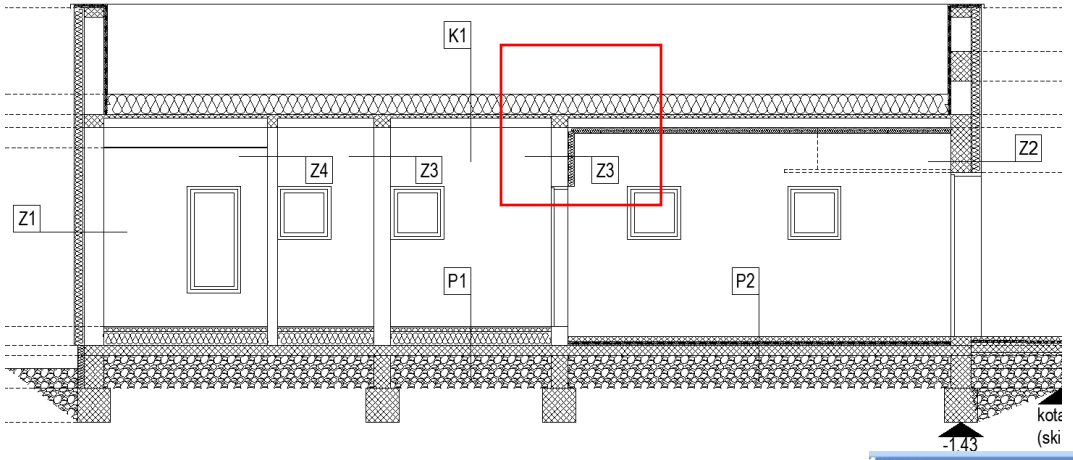


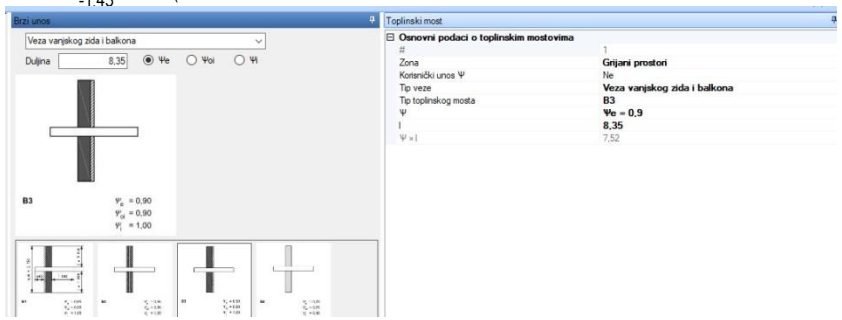
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Proračun u skladu s HRN EN ISO 14683:



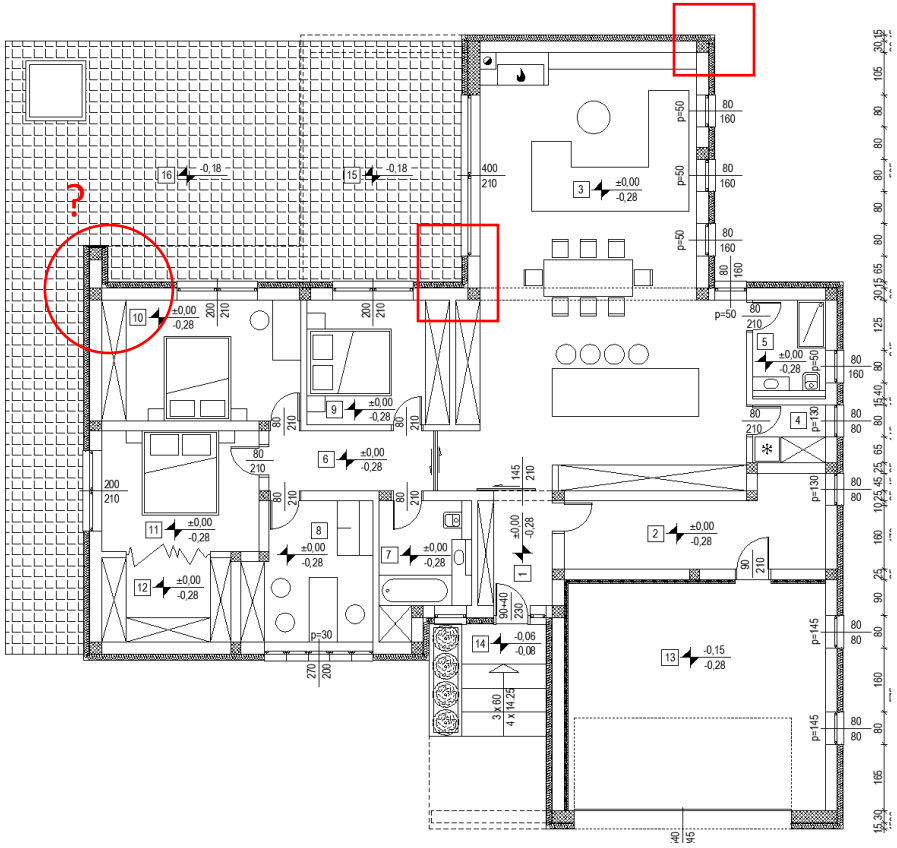


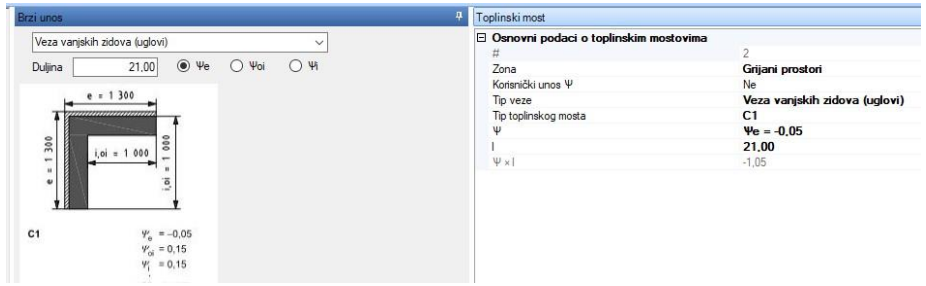
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

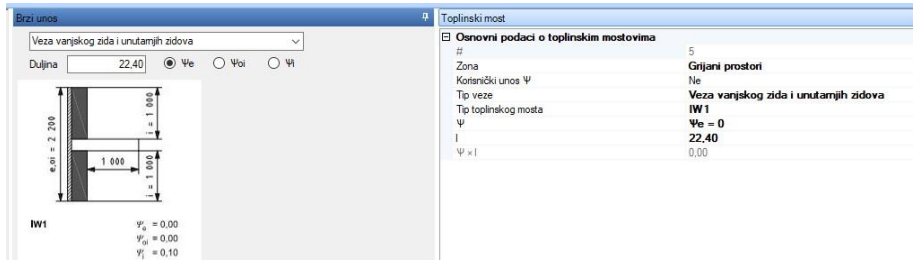
Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Proračun u skladu s HRN EN ISO 14683:





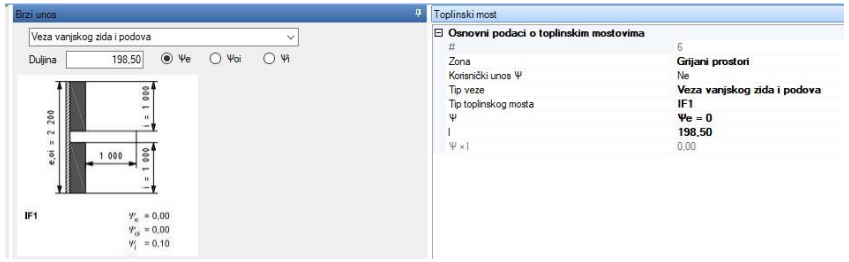


Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

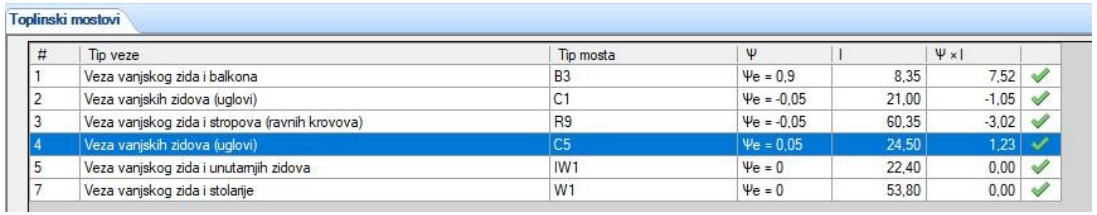
Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Proračun u skladu s HRN EN ISO 14683:

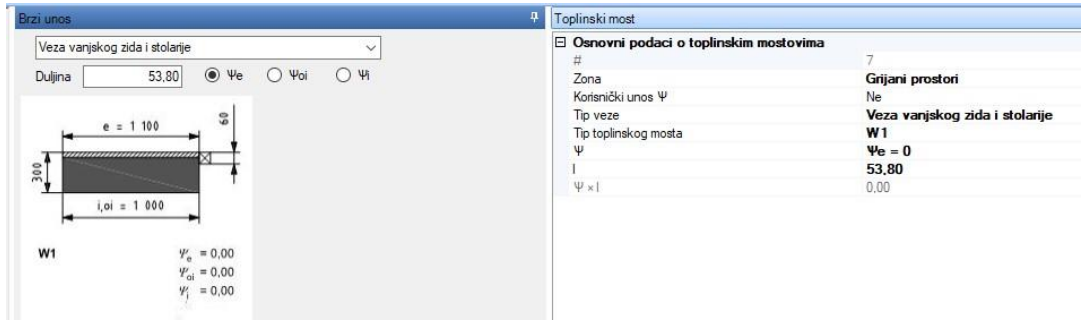


Uzeto u obzir prilikom proračuna prema HRN EN 13370



Toplinski mostovi

#	Tip veze	Tip mosta	Ψ	l	Ψ × l	
1	Veza vanjskog zida i balkona	B3	Ψe = 0,9	8,35	7,52	✓
2	Veza vanjskih zidova (uglovi)	C1	Ψe = -0,05	21,00	-1,05	✓
3	Veza vanjskog zida i stropova (ravnih krovova)	R9	Ψe = -0,05	60,35	-3,02	✓
4	Veza vanjskih zidova (uglovi)	C5	Ψe = 0,05	24,50	1,23	✓
5	Veza vanjskog zida i unutarnjih zidova	IW1	Ψe = 0	22,40	0,00	✓
7	Veza vanjskog zida i stolarije	W1	Ψe = 0	53,80	0,00	✓



?

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

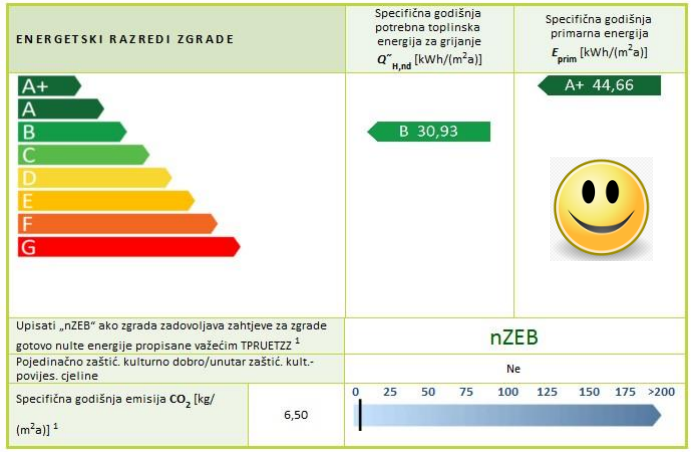
TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

- Proračun u skladu s HRN EN ISO 14683:

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

Osvježi satni proračun

A [m^2]	654,32	fo [m^{-1}]	0,87	
Ak [m^2]	159,69	Ak' [m^2]	159,69	
Ve [m^3]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	5461,17			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^{2}a]	34,20	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^{2}a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1427,12			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^{2}a]	8,94	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^{2}a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4542,57			
E''_{del} [kWh/(m^{2}a)]	28,45			
E_{prim} [kWh/a]	7331,70			
E''_{prim} [kWh/(m^{2}a)]	45,91	E''_{prim} (max) [kWh/(m^{2}a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m^{2}K]	0,24	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m^{2}K]	0,47	ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	158,25			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	44,99			
Ql [kWh]	16466,80	Qs [kWh]	5753,48	
Qi [kWh]	7805,77	Qg [kWh]	13559,26	



ZAKLJUČAK: rezultat povoljniji u odnosu na korekciju za 0,05 W/m2K za 15,2%!

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

Korekcije za 0,02 W/m2K / 0,01 W/m2K

- ○ Paušalni dodatak UTM=0,10 [W/(m2K)]
- ◉ Paušalni dodatak UTM=0,02 [W/(m2K)]
- ○ Paušalni dodatak UTM=0,05 [W/(m2K)]
- ○ Paušalni dodatak UTM=0,01 [W/(m2K)]

Paušalni dodatak UTM=0,02 W/m2K koristi se isključivo kod novih zgrada koje zadovoljavaju uvjete za nZEB i/ili je vrijednost koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova vanjske ovojnice na kojima se nalaze toplinski mostovi U ≤ 0,20 (W/m2K). Isti nije propisan Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (kraće Propisom), ali se prema Autoru programa temeljem brojnih provjera proračuna, stručnih analiza i provedenih ispitivanja pokazalo da je primjena istog na strani sigurnosti (viša, nepovoljnija vrijednost u odnosu na detaljan proračun u skladu s normama propisanim spomenutim Propisom). Uvjet je da su toplinski mostovi projektirani i izvedeni u skladu s prijedlozima iz Propisa, prilog D, odnosno da se primjenjuju certificirani, tipski prekidi toplinskih mostova.

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje — Osvježi satni proračun

A [m²]	654,32	fo [m⁻¹]	0,87	
Ak [m²]	159,69	Ak' [m²]	159,69	
Ve [m³]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	5676,95			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m² a]	35,55	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m² a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1417,52			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m² a]	8,88	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m² a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4600,79			
E''_{del} [kWh/(m² a)]	28,81			
E_{prim} [kWh/a]	7425,67			
E''_{prim} [kWh/(m² a)]	46,50	E''_{prim} (max) [kWh/(m² a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m² K]	0,25	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m² K]	0,47	ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	161,62			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	44,99			
Ql [kWh]	16734,25	Qs [kWh]	5753,48	
Qi [kWh]	7805,77	Qg [kWh]	13559,26	

Razlika u odnosu na „detaljan" proračun: > 3,9%

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Konkretan primjer obiteljske kuće

TT sustav – dizalica topline zrak/voda (podno grijanje) + električni bojler + priprema za PV

Korekcije za 0,02 W/m2K / 0,01 W/m2K

- ○ Paušalni dodatak UTM=0,10 [W/(m2K)]
- ○ Paušalni dodatak UTM=0,05 [W/(m2K)]
- ○ Paušalni dodatak UTM=0,02 [W/(m2K)]
- ◉ Paušalni dodatak UTM=0,01 [W/(m2K)]

Paušalni dodatak UTM=0,01 W/m2K koristi se isključivo kod novih zgrada koje zadovoljavaju uvjete za pasivne zgrade i/ili je vrijednost koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova vanjske ovojnice na kojima se nalaze toplinski mostovi U ≤ 0,15 (W/m2K). Isti nije propisan Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (kraće Propisom), ali se prema Autoru programa temeljem brojnih provjera proračuna, stručnih analiza i provedenih ispitivanja pokazalo da je primjena istog na strani sigurnosti (viša, nepovoljnija vrijednost u odnosu na detaljan proračun u skladu s normama propisanim spomenutim Propisom). Uvjet je da su toplinski mostovi projektirani i izvedeni u skladu s prijedlozima iz Propisa, prilog D, odnosno da se primjenjuju certificirani, tipski prekidi toplinskih mostova.

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

Osvježi satni proračun

A [m²]	654,32	fo [m⁻¹]	0,87	
Ak [m²]	159,69	Ak' [m²]	159,69	
Ve [m³]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	5422,12			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m² a]	33,95	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m² a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1429,34			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m² a]	8,95	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m² a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4532,62			
E''_{del} [kWh/(m² a)]	28,38			
E_{prim} [kWh/a]	7315,65			
E''_{prim} [kWh/(m² a)]	45,81	E''_{prim} (max) [kWh/(m² a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m² K]	0,24	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m² K]	0,47	ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	157,60			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	44,99			
Ql [kWh]	16415,09	Qs [kWh]	5753,48	
Qi [kWh]	7805,77	Qg [kWh]	13559,26	

Razlika < 0,7%

Ova korekcija se niti ne bi koristila jer su vrijednosti U više od 0,15 W/m2K!

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

ZAKLJUČAK

Korištenjem korekcija od 0,02 W/m2K, odnosno, u iznimnim slučajevima 0,01 W/m2K smo i dalje u odnosu na proračun prema HRN EN 14683 na strani sigurnosti i kod novih zgrada na razini glavnog projekta nema potrebe za izradom detaljnih proračuna.
Isti su dobro došli kod analize kritičnih dijelova, odnosno razrade prilikom izrade izvedbenih projekata:

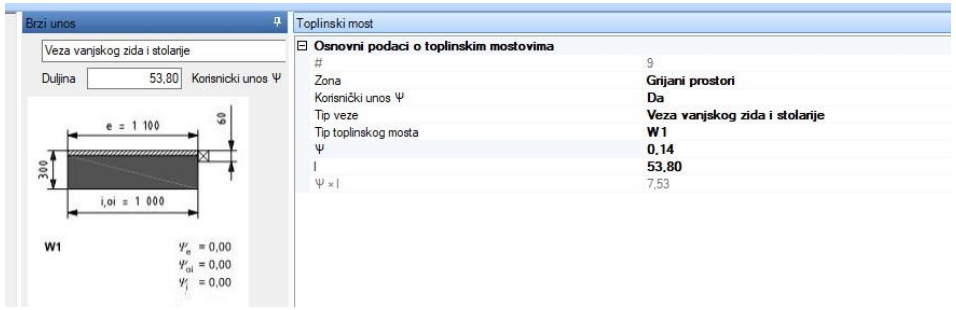
Članak 68.

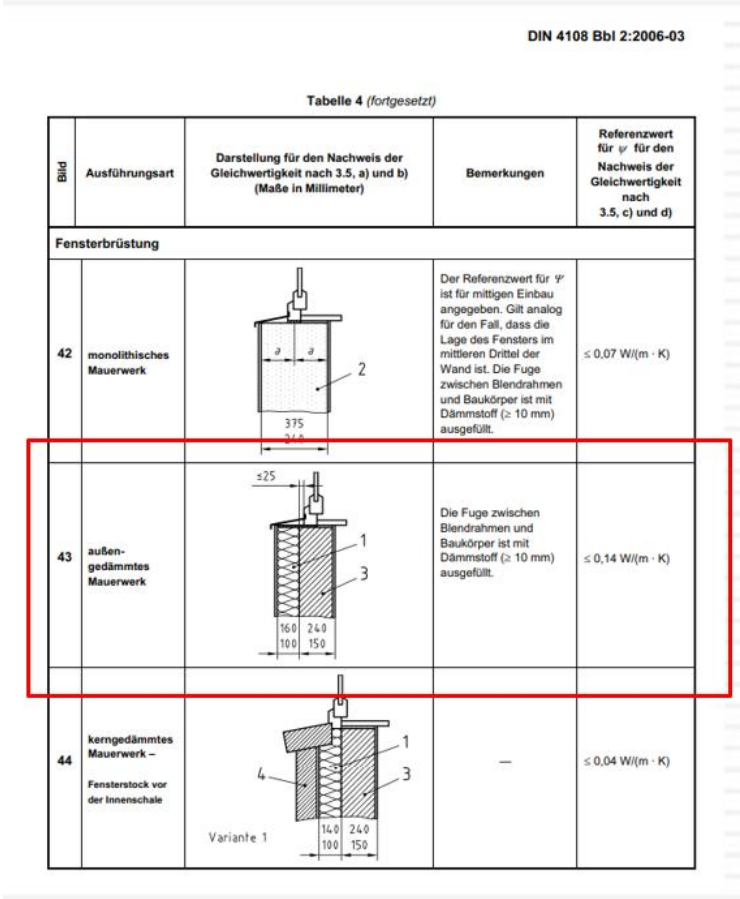
(1) Izvedbeni projekt zgrade u projektima arhitektonske ili građevinske struke sadrži grafičke prikaze karakterističnih detalja i opise pojedinih dijelova zgrade koji imaju utjecaja na ispunjavanje propisanih uvjeta u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade:
– za područje potencijalnih toplinskih mostova,
– za sprječavanje pojave unutrašnje ili vanjske površinske kondenzacije na toplinskim mostovima,

– za osiguravanje minimalne zrakopropusnosti spojnica između građevnih dijelova zgrade i na mjestima prodora instalacijskih kanala i vodova.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

KI EXPERT PLUS - nova opcija za proračun toplinskih mostova – vlastiti unos vrijednosti!





DIN 4108 Bbl 2:2006-03

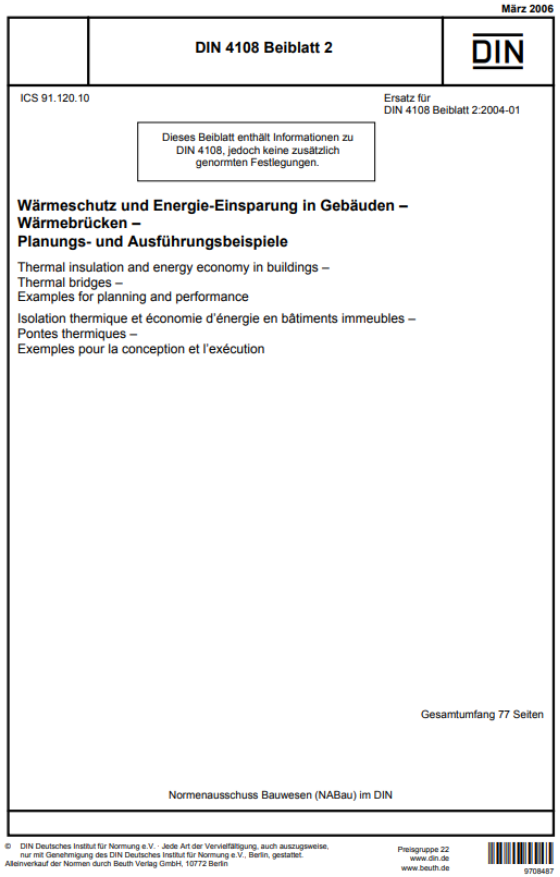
Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Fensterbrüstung				
42	monolithisches Mauerwerk	2; 375	Der Referenzwert für Ψ ist für mittigen Einbau angegeben. Gilt analog für den Fall, dass die Lage des Fensters im mittleren Drittel der Wand ist. Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff (≥ 10 mm) ausgefüllt.	≤ 0,07 W/(m · K)
43	außen-gedämmtes Mauerwerk	≤25; 1; 3; 160 240; 100 150	Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff (≥ 10 mm) ausgefüllt.	≤ 0,14 W/(m · K)
44	kerngedämmtes Mauerwerk – Fensterstock vor der Innenschale	1; 3; 4; Variante 1; 140 240; 100 150	—	≤ 0,04 W/(m · K)

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Izvori za vrijednosti:

- Specijalizirani softveri za proračun
- Norme – ranije spomenute
    - Ili:



März 2006

DIN 4108 Beiblatt 2

DIN

ICS 91.120.10

Ersatz für
DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu DIN 4108, jedoch keine zusätzlich genormten Festlegungen.

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele

Thermal insulation and energy economy in buildings – Thermal bridges – Examples for planning and performance

Isolation thermique et économie d'énergie en bâtiments immeubles – Pontes thermiques – Exemples pour la conception et l'exécution

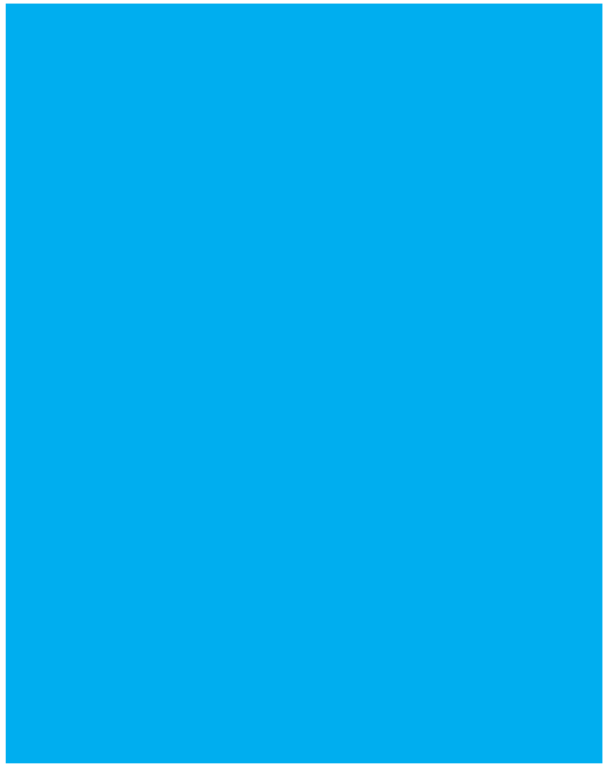
Gesamtumfang 77 Seiten

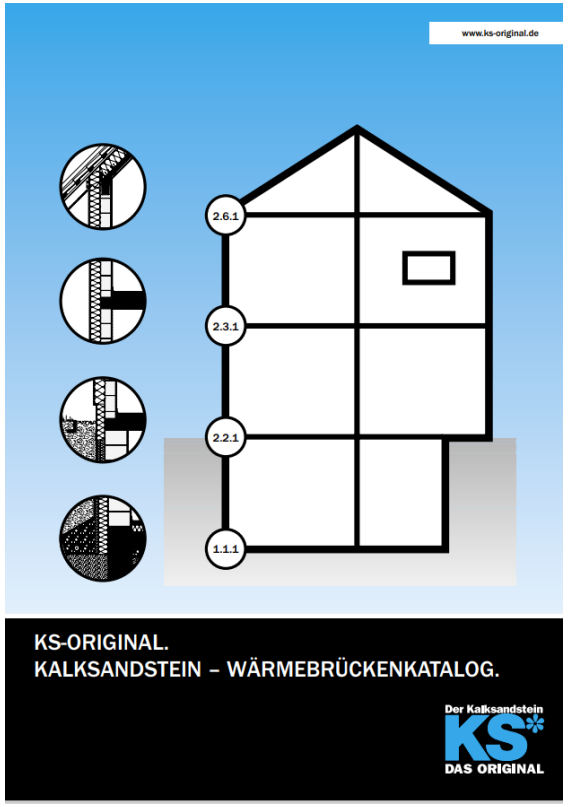
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 22
www.din.de
www.beuth.de

9708487





Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – vlastiti unos vrijednosti!

DIN 4108

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

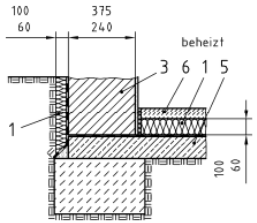
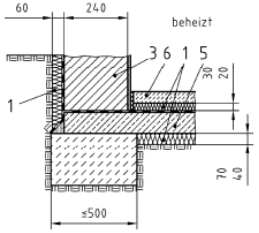
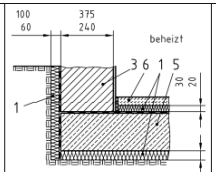
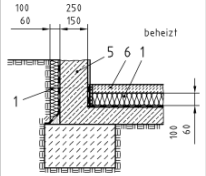
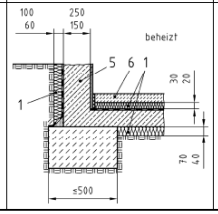
Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Keller				
4	**außengedämmtes Mauerwerk – Streifengründung – innengedämmt**		—	$\Psi \leq 0{,}30$ W/(m · K)
5	**außengedämmtes Mauerwerk – Streifengründung – innen- und außengedämmt**		—	$\Psi \leq 0{,}40$ W/(m · K)

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

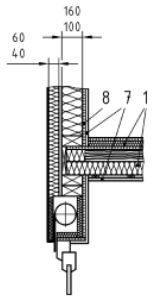
Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Keller				
6	**außengedämmtes Mauerwerk – Flächengründung – innen- und außengedämmt**		—	≤ – 0,04 W/(m · K)
7	**außengedämmter Stahlbeton – Streifenfundament – innengedämmt**		—	≤ 0,43 W/(m · K)
8	**außengedämmter Stahlbeton – Streifenfundament – innen- und außengedämmt**		—	≤ 0,50 W/(m · K)

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – vlastiti unos vrijednosti!

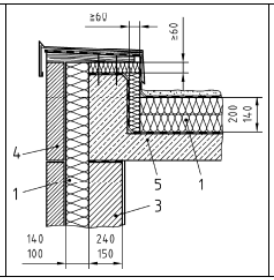
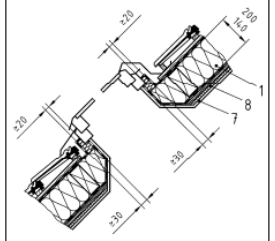
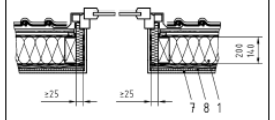
DIN 4108

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Rollladenkasten				
64	Holzbauart		Gilt analog auch für beliebige Anordnungen/Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten, sofern die Mindestanforderungen nach DIN 4108-2 und der Referenzwert für Ψ eingehalten sind. Freier Panzerauslassschlitz ≤ 10 mm	≤ 0,30 W/(m · K)

DIN 4108 Bbl 2:2006-03

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Flachdach				
89	kerngedämmtes Mauerwerk		Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau. Gilt analog für Umkehrdächer, wobei der Zuschlag ΔU_t aus DIN EN ISO 6946 [6] zum Wärmedurchgangskoeffizienten beim Gleichwertigkeitsnachweis nach 3.5 unberücksichtigt bleibt.	≤ 0,14 W/(m · K)
Dachflächenfenster				
90	Anschluss oben und unten		—	≤ 0,16 W/(m · K)
91	Anschluss seitlich		—	≤ 0,11 W/(m · K)

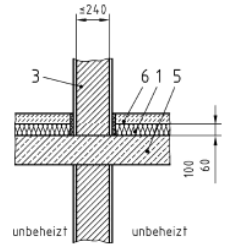
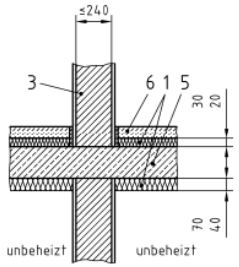
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – vlastiti unos vrijednosti!

DIN 4108

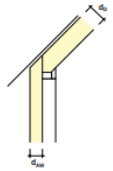
DIN 4108 Bbl 2:2006-03

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Kellerdecke				
94	Innenwand – innengedämmt		Für Decken gegen Außenluft nicht anwendbar, da $f_{Rsi} \leq 0{,}70$.	≤ 0,56 W/(m · K)
95	Innenwand/ Keller		—	$\Psi \leq 0{,}47$ W/(m · K)

2.6 Einschalige Außenwand mit WDVS/geneigtes Dach
2.6.1 Einschalige Außenwand mit WDVS/geneigtes Dach, Traufe

Tafel 2.6.1: Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

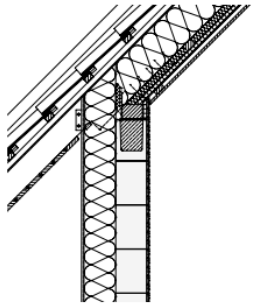


		Dicke der Deckendämmung d_D [cm]			
		20	24	28	34
Dicke der Außenwand-dämmung d_{AW} [cm]	10	-0,016	-0,026	-0,036	-0,052
	14	-0,010	-0,016	-0,022	-0,032
	18	-0,009	-0,012	-0,015	-0,022
	24	-0,011	-0,011	-0,012	-0,015
	30	-0,015	-0,013	-0,013	-0,013

Hinweise
- Die Dicke d_D der Dachdämmung bezieht sich auf die Gesamtdicke aus Zwischensparrendämmung und gedämmter Unter-/Überkonstruktion.
- Gilt für alle Dicken und alle Rohdichteklassen des KS-Mauerwerks.

Ausführung

KS-Detailsammlung - Detail 2.6.1



Maßstab 1:20

42

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

HZN • KNAUF INSULATION d.o.o.
Račun br.: 575399 • 2008-08-12
Zabranjeno umnožavanje u bilo kojem obliku i na bilo koji način bez pisane dozvole HZN-a.

HRVATSKA NORMA

HRN EN ISO 6946

ICS: 91.060.01; 91.120.10

Drugo izdanje, prosinac 2008.

Zamjenjuje HRN EN ISO 6946:2002, HRN EN ISO 6946:2002/A1:2003

Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade – Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline – Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

Na temelju članka 9. Zakona o normizaciji (Narodne novine br. 163/2003) Hrvatski zavod za norme na prijedlog tehničkog odbora HZN/TO 163/PO 2, *Toplinska izolacija; Toplinski proračun* i provedene rasprave prihvatio je europsku normu EN ISO 6946:2007 u izvorniku na engleskom jeziku kao hrvatsku normu.
Obavijest o prihvaćanju objavljena je u HZN Glasilu 6/2008 od 2008-12-31.

Europska norma EN ISO 6946:2007 ima status hrvatske norme

Hrvatska norma HRN EN ISO 6946:2008 istovjetna je europskoj normi EN ISO 6946:2007 i umnožena je uz dopuštenje CEN-a, rue de Stassart 36, B-1050 Brussels. Sva prava uporabe europske norme u bilo kojem obliku i na bilo koje načine u cijelome svijetu pridržava CEN te njegovi nacionalni članovi i nije ju dopušteno umnožavati bez izričitog pisanog dopuštenja Hrvatskog zavoda za norme koji predstavlja CEN.

Referencijski broj: HRN EN ISO 6946:2008 en

HZN Hrvatski zavod za norme
Croatian Standards Institute

Zabranjeno je umnožavanje hrvatskih norma ili njihovih dijelova

D.2 Ispravak za zračne šupljine

Za potrebe ovog dodatka, pojam „zračne šupljine" se općenito odnosi na prostore zraka u toplinskoj izolaciji, ili između toplinske izolacije i susjedne konstrukcije koja postoji na konstrukciji zgrade, ali nije prikazana u detaljima. Mogu biti podijeljene u dvije osnovne kategorije:

- praznine, između ploča ili rola toplinske izolacije, ili između toplinske izolacije i konstruktivnih građevnih dijelova, u smjeru kretanja toplinskog toka;
- šupljine, u toplinskoj izolaciji ili između toplinske izolacije i konstrukcije, okomito na smjer kretanja toplinskog toka;

Tablica 3.D.1 (HRN EN Tablica D.1) Ispravak za zračne šupljine, $\Delta U''$

Razina	Opis	$\Delta U''$ W/(m^{2}K)
0	Nema zračnih šupljina, ili se radi o zračnim šupljinama koje su prisutne, ali nemaju značajan utjecaj na vrijednost koeficijenta prolaska topline.	0,00
1	Zračne šupljine povezuju toplu i hladnu stranu toplinske izolacije, ali pri tome ne uzrokuju protok zraka između tople i hladne strane toplinske izolacije.	0,01
2	Zračne šupljine povezuju toplu i hladnu stranu toplinske izolacije, zajedno sa šupljinama rezultiraju slobodnim protokom zraka između tople i hladne strane toplinske izolacije.	0,04

Ovaj ispravak se provodi u skladu s jednadžbom (D.3):

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2 \qquad [\mathrm{W/m^2K}] \qquad \text{HRN EN (D.3)} \qquad (D.3)$$

gdje je:

R_1 - toplinski otpor sloja koji sadrži šupljine (m^{2}K/W), prema točki 3.4.1;
$R_{T,h}$ - ukupan toplinski otpor građevnog dijela ignorirajući toplinska premošćivanja (m^{2}K/W), prema točki 3.4.1;

D.3 Ispravak za mehaničke pričvrsnice

Utjecaj pričvrsnica može biti procijenjen proračunom u skladu s HRN ISO 10211 kako bi dobili točkasti koeficijent prolaska topline, χ kroz pričvrsnice. Ispravak koeficijenta prolaska topline je dan izrazom:

$$\Delta U_f = n_f \cdot \chi \qquad [\mathrm{W/m^2K}] \qquad \text{HRN EN (D.4)} \qquad (D.4)$$

gdje je
n_f - broj pričvrsnica po kvadratnom metru (-).

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

D.3 Ispravak za mehaničke pričvrsnice

Utjecaj pričvrsnica može biti procijenjen proračunom u skladu s HRN ISO 10211 kako bi dobili točkasti koeficijent prolaska topline, χ kroz pričvrsnice. Ispravak koeficijenta prolaska topline je dan izrazom:

$$\Delta U_f = n_f \cdot \chi \qquad [\mathrm{W/m^2K}] \qquad \text{HRN EN (D.4)} \qquad (D.4)$$

gdje je
n_f - broj pričvrsnica po kvadratnom metru (-).

Tehnički podaci

Promjer pričvrsnice		8 mm
Promjer tanjura		60 mm
Dubina bušenja rupe $h_1 \geq$		35 mm
Dubina sidrenja $h_{ef} \geq$		25 mm
Koeficijet točkastog prijenosa topline	χ	0,001 W/K
Kategorija korištenja ETA		A, B, C
Europsko tehničko dopuštenje		ETA-11/0192

D.3.2. Približan proračun

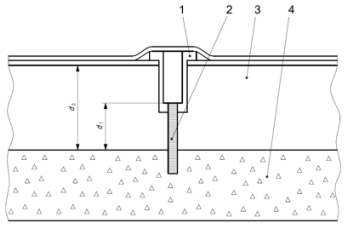
Ovaj podčlanak daje procjenu utjecaja pričvrsnica , koji može biti uzet ukoliko pričvrsnice nisu uzete u obzir nekom drugom metodom.
U slučaju kada kroz sloj toplinske izolacije prodiru pričvrsnice, kao u slučaju dijelova zida, pričvrsnice u ravnim krovovima ili kompozitnim sustavima panela, ispravak koeficijenta prolaska topline je dan izrazom:

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f A_f n_f}{d_0} \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2 \qquad [\mathrm{W/m^2K}] \qquad \text{HRN EN (D.5)} \qquad (D.5)$$

gdje je vrijednost koeficijenta α dana:

$\alpha = 0{,}8$ ukoliko pričvrsnica prolazi kroz cijeli sloj toplinske izolacije

$\alpha = 0{,}8 \times \frac{d_1}{d_0}$ u slučaju upuštene pričvrsnice (slika ispod)



λ_f - toplinska provodljivost pričvrsnice (W/mK);
n_f - broj pričvrsnica po metru kvadratnom (-);
A_f - ploština presjeka jedne pričvrsnice (m^2);
d_0 - debljina sloja toplinske izolacije kroz koju prolazi pričvrsnica (m);
d_1 - duljina spojnice koja prolazi kroz sloj toplinske izolacije (m);
$R_{T,h}$ - ukupni toplinski otpor građevnog dijela ne uzimajući u obzir utjecaj toplinskih ostova (m^2K/W), prema 3.4.1.

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U [W/m2K] (Članak 32., 50. i 60. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 128/2015), građevni dio:

U = 0,123 [W/m2K] <= U max = 0,30 [W/m2K] **Zadovoljava**

Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
Leiertherm 30 U+Z	0,149	30,000	2,013
Polimerno-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,006
Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	0,034	20,000	5,882
Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,900	0,500	0,006
Impregnacijski predpremaz	1,600	0,002	0,000
Silikonska završna žbuka	0,700	0,200	0,003
		Rsi =	0,130
		Rse =	0,040
		RT =	8,100

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

- Prema 6946 – isti rezultat:

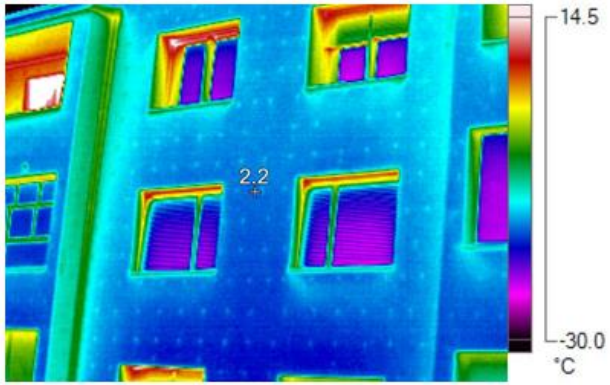
05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica	
Pričvrsnice	**Da**
Tip pričvrsnice	**Plastične**
Postavljanje pričvrsnica	**Izolacija zida**
Pokrivka (rondela)	Ne
Korisnički unos χ	**Ne**
nf	**6**
Pričvrsnica s upuštenim dijelom	**Ne**
d0	**20,000**
α	0,80
Promjer pričvrsnice	**6,00**
Af	0,000028
Korisnički unos lambde	Ne
λf	4,50
R1	5,882
RTh	8,100
ΔUf	0,00
06. Nosači vjetrenih fasada	
Nosači	Ne
Tip nosača.	
Pričvršćivanje fasade	
Broj nosača	0,0
Promjer nosača	0,00
Ploština presjeka nosača	0,000000
λ	

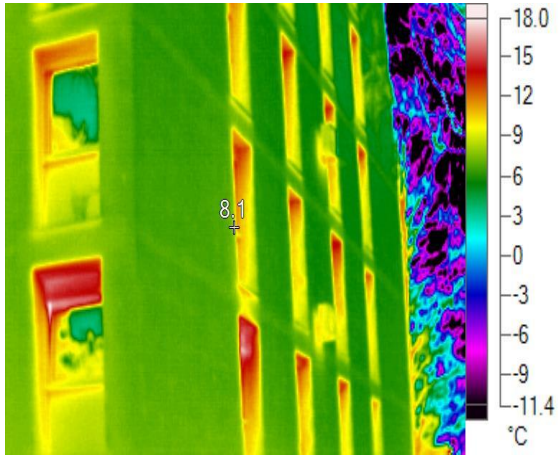
U = 0,123 [W/m2K] <= U max = 0,30 [W/m2K] **Zadovoljava**

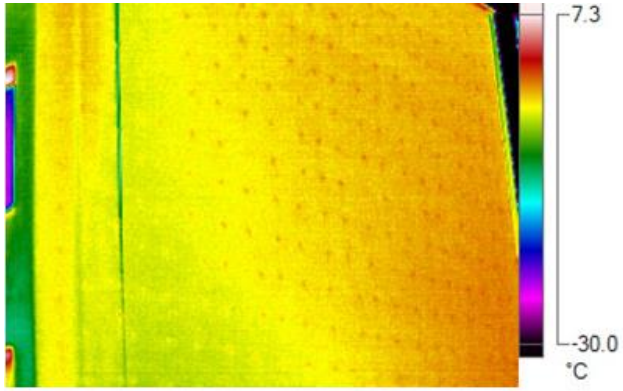
Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
Leiertherm 30 U+Z	0,149	30,000	2,013
Polimerno-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,006
Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	0,034	20,000	5,882
Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,900	0,500	0,006
Impregnacijski predpremaz	1,600	0,002	0,000
Silikonska završna žbuka	0,700	0,200	0,003
		Rsi =	0,130
		Rse =	0,040
		RT =	8,100
		ΔU =	0,000

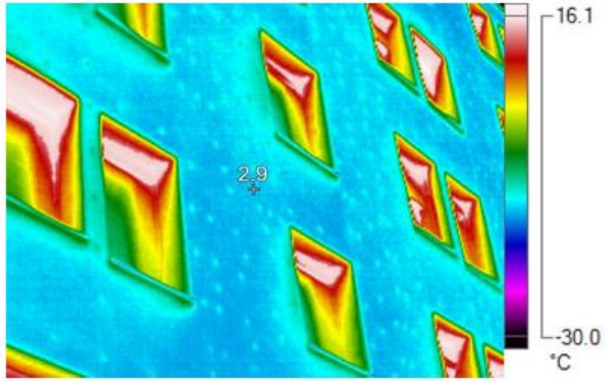
Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

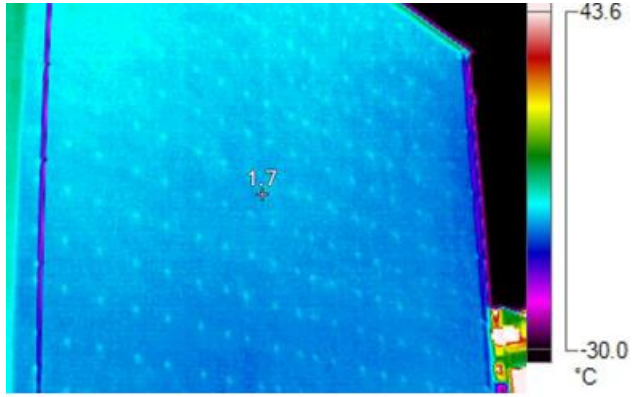
Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

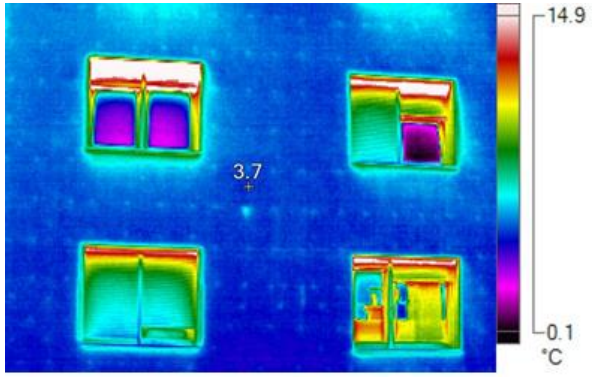












Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

- Norma HRN EN 6946, annex D.3.2 daje približni proračun utjecaja toplinskog mosta ako poznajemo toplinsku provodljivost materijala tiple, ali je ujedno navedeno da se ne treba uzimati u obzir točkaste toplinske mostove ako je lambda materijala tiple manja od 1 W/mK.
- U KI Expertu je lambda tiple (u slučaju plastične tiple) 0,25 W/mK (vrijednost „obične" plastike)
- Proizvođači deklariraju vrijednost točkastog koeficijenta prolaska topline, χ [W/K] u vrijednosti od 0,001 W/K što je vjerojatno pravilnije jer je u skladu s normom HRN EN ISO 10211 i načelno ako se koristi ta vrijednost i pomnoži se s brojem tipli, dobivamo povećanje U-vrijednosti zida
- Ovdje se dakle radi o točkastim toplinskim mostovima koji se računaju prema izrazu 14 (str 25) norme HRN EN ISO 10211 na osnovi L3D
- Cijela priča je vrlo slična kao za linijske toplinske mostove kada se definiraju prema istoj normi HRN EN ISO 10211, a i analogno proračunu za linijske toplinske mostove kada se koriste psi vrijednosti kako je definirano u HRN EN ISO 14683
- L3D predstavlja toplinski tok kroz građevne dijelove zgrade pri jediničnoj razlici temperature. Drugim riječima, analogan je Htr-u (transmisijskim toplinskim gubicima) kroz taj zid
- L3D se dobije 3D numeričkim proračunom (najčešće) te se uz poznate U-vrijednosti okolnih građ. dijelova i linijskih toplinskih mostova te njihove geometrije može prema izrazu 14 iz norme 10211 dobiti χ vrijednosti u [W/K].

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

– prema 10211:

05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica	
Pričvrsnice	**Da**
Tip pričvrsnice	**Plastične**
Postavljanje pričvrsnica	**Izolacija zida**
Pokrivka (rondela)	Ne
Korisnički unos χ	Da
χ	**0,001000**
nf	**6**
ΔUf	0,01

U pogledu minimalne toplinske zaštite i najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska U [W/m2K] (Članak 32., 50. i 60. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 128/2015), građevni dio:

U = 0,129 [W/m2K] <= U max = 0,30 [W/m2K] **Zadovoljava**

Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
Leiertherm 30 U+Z	0,149	30,000	2,013
Polimerno-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,006
Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	0,034	20,000	5,882
Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,900	0,500	0,006
Impregnacijski predpremaz	1,600	0,002	0,000
Silikonska završna žbuka	0,700	0,200	0,003
		Rsi =	0,130
		Rse =	0,040
		RT =	8,100
		ΔU =	0,006

Pogoršanje za gotovo 5%

Aktualni Tehnički propis i pristup proračunu toplinskih mostova (točkastih i linijskih)

Nova opcija za proračun toplinskih mostova – TOČKASTI GUBICI

– prema 10211:

Rješenje:

05. Utjecaj mehaničkih pričvrsnica	
Pričvrsnice	**Da**
Tip pričvrsnice	**Plastične**
Postavljanje pričvrsnica	**Izolacija zida**
Pokrivka (rondela)	**Da**
Korisnički unos χ	Da
χ	**0,001000**
nf	**6**
ΔUf	0,00

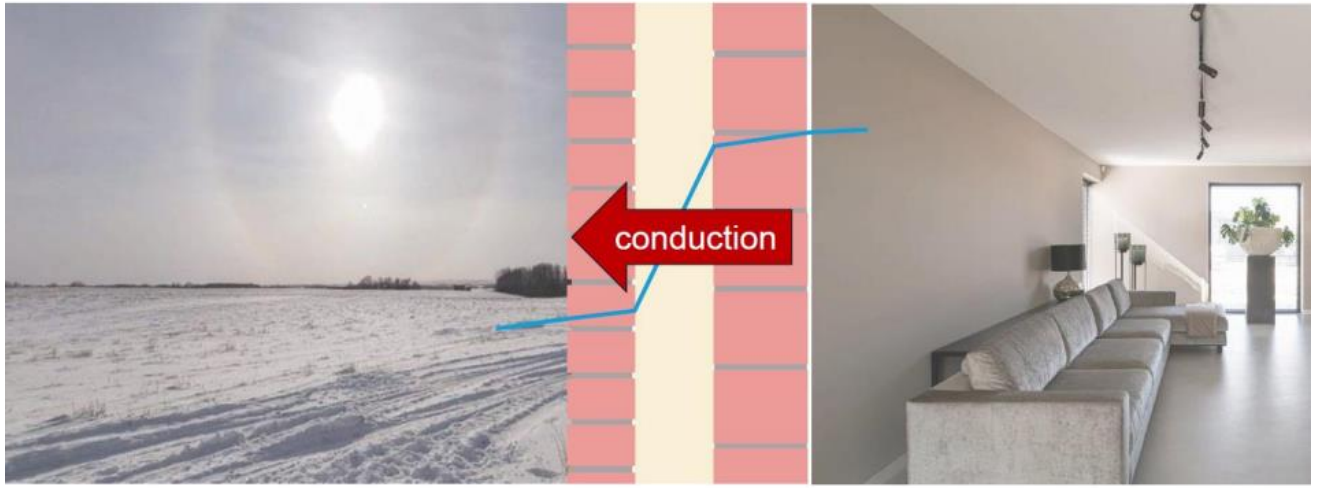
U = 0,123 [W/m2K] <= U max = 0,30 [W/m2K] Zadovoljava

Naziv materijala	λ [W/mK]	d [cm]	R [m2K/W]
3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	2,000	0,020
Leiertherm 30 U+Z	0,149	30,000	2,013
Polimemo-cementno ljepilo	0,900	0,500	0,006
Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	0,034	20,000	5,882
Polimemo-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,900	0,500	0,006
Impregnacijski predpremaz	1,600	0,002	0,000
Silikonska završna žbuka	0,700	0,200	0,003
		Rsi =	0,130
		Rse =	0,040
		RT =	8,100

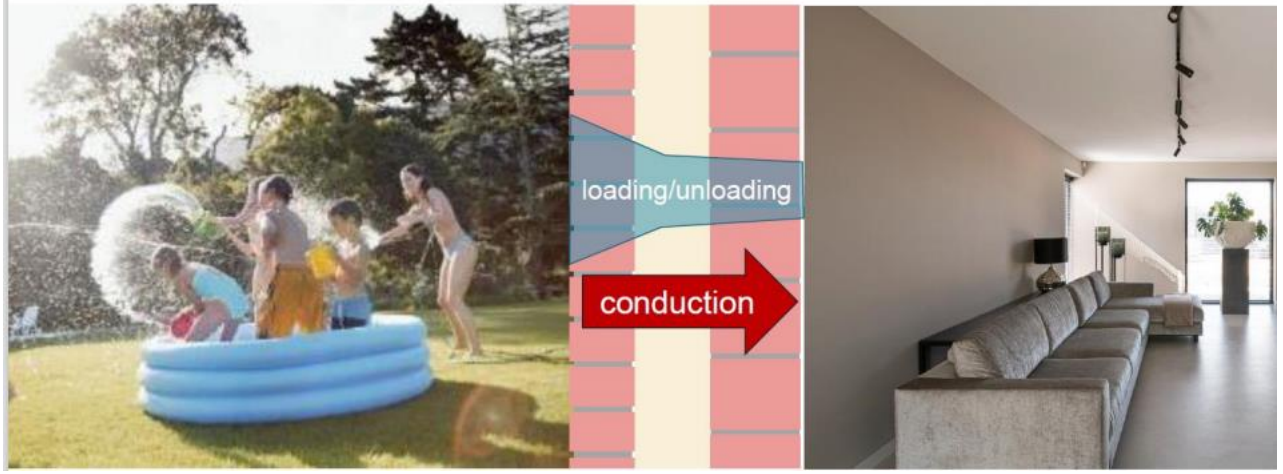
Osnove proračuna građevina s laganim konstrukcijama (montažne kuće, grijana potkrovlja) –toplinska stabilnost

LJETNI PERIOD – SEZONA HLAĐENJA

Winter situation: quasi steady state



Summer situation: much more dynamic



LJETNI PERIOD – SEZONA HLAĐENJA

Diffusivity and effusivity

diffusivity a (m^2/s)

$a = \lambda / \rho c$

measure for the penetration depth

effusivity b ($J/m^2.K.s^{1/2}$)

$b = (\lambda.\rho.c)^{1/2}$

measure for the heat flow into the material

Material	c [J/kgK]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]	a [10^{-6} m²/s]	b [J/m²s$^{0.5}$K]
Metal	880	2700-12000	35-380	1.2-115.0	7000-36000
Brick	840	700-2000	0.3-1.1	0.5-0.7	380-1400
Polymer	1470	900-2200	0.1-0.5	0.06-0.20	400-900
Wood	1880	350-1000	0.1-0.2	0.10-0.15	250-600
Mineral wool	840	10-200	0.03-0.05	0.3-6.0	20-60
Synthetic foam	1470	10-60	0.02-0.04	0.3-30	20-40
Water	4200	1000	0.6	0.1	1600
Air	1000	1.25	0.025	21.0	30

THERMAL DIFFUSIVITY OF DIFFERENT TYPES OF INSULATION

EPS with graphite
λ 0,031 W/mk
ρ 30 kg/m³
Cp 1464 J/kgk

α = 7,05e^{-7} m²/s

Glass mineral wool
λ 0,034 W/mk
ρ 55 kg/m³
Cp 1030 J/kgk
α = 6,00e^{-7} m²/s

Rock mineral wool
λ 0,036 W/mk
ρ 115 kg/m³
Cp 1030 J/kgk
α = 3,03e^{-7} m²/s

Wood fibers
λ 0,038 W/mk
ρ 120 kg/m³
Cp 2400 J/kgk
α = 1,31e^{-7} m²/s

Thermal effusivity

floor temperature: 18°C
body temperature: 32°C

	tiles	wooden floor
λ (W/mK)	2.0	0.15
ρ (kg/m³)	2200	400
c (J/kg.K)	840	1880
a (m²/s)	1.10^{-6}	2.10^{-7}
b ($J/m^2.K.s^{1/2}$)	1922	336
contact temperature	23.4°C	28.9°C

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

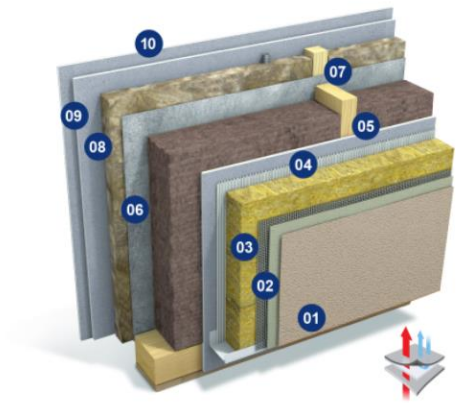
Važni (izabrani) detalji u pogledu fizike zgrade:

Tipske montažne zgrade

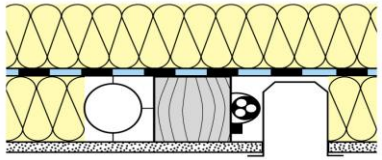
Članak 51.

Ako se zgrada izvodi prema tipskim projektima koji se primjenjuju na različitim lokacijama, kod proračuna dobitaka topline od sunčeva zračenja može se računati kao da su svi prozori te zgrade orijentirani prema istoku ili prema zapadu.

Koeficijent prolaska topline; paropropusnost/zrakopropusnost i difuzija vodene pare



01	Završni sloj fasade	0,20 cm
02	Armirani sloj ljepila	0,50 cm
03	Fasadna izolacija (MW)	14,00 cm
04	Gk ploča	1,50 cm
05	Drvena potkonstrukcija/mineralna vuna (toplinska, zvučna, protupožarna izolacija)	16,00 cm
06	Parna brana/kočnica	0,02 cm
07/08	Drvena potkonstrukcija/mineralna vuna	6,00 cm
09	Gipskartonska ploča	0,60 cm
10	Gipskartonska ploča	



DIN 4108-7

Koeficijent prolaska topline kroz izolaciju: U = 0,106 W/m2K

Koeficijent prolaska topline uzimajući u obzir udio drvenog dijela: U = 0,120 W/m2K

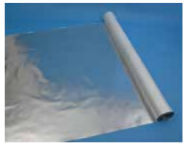
- Razlika ca 12%

Izvor: www.lumar.si

Koeficijent prolaska topline; paropropusnost/zrakopropusnost i difuzija vodene pare

Paropropusnost/zrakopropusnost i difuzija vodene pare

HOMESEAL LDS 100 AluPlus parna brana



PRIMJENA

OPIS
Posebna aluminizirana ojačana polietilenska parna brana visoke kvalitete s velikom površinskom napetošću. Kao paronepropusni i zrakonepropusni sloj koristi se u različitim izolacijskim sustavima, najviše kod slabije provjetravanih laganih kosih krovova, laganih vanjskih zidova i podova kod negrijanih potkrovlja. Folija je izuzetno paronepropusna, stoga je uvijek koristimo s unutarnje (grijane) strane toplinske izolacije. Aluminizirana strana se okreće prema grijanom prostoru radi refleksije topline. Sve preklope treba zabrtviti preporučenim specijalnim brtvenim trakama.

Oznaka po HRN EN 13984:2013

Razred reakcije na požar: E

Debljina: 0,2 mm

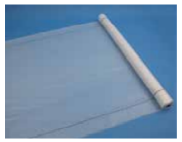
Otpornost na kidanje prema EN 13984:2013: >100N/ >100 N

Izjava o svojstvima: AB100PCPR

Površinska masa: 90g/m²

Sd-vrijednost: 130 m (+/- 60 m)

HOMESEAL LDS 35 parna brana



PRIMJENA

OPIS
Univerzalna ojačana parna brana koja se sastoji od polietilenskog sloja ojačanog mrežom otpornom na kidanje. Koristi se protiv prodora difuzne vlage u konstrukciju kosoga krova, spuštenog stropa i laganih vertikalnih pregrada koje dijele grijani i negrijani prostor. Postavlja se uvijek s grijane ili strane toplinske izolacije s višim parcijalnim tlakom. Sve preklope i spojeve folije treba zabrtviti preporučenim brtvenim trakama.

Oznaka po HRN EN 13984:2013

Razred reakcije na požar: F

Debljina: 0,17 mm

Otpornost na kidanje prema EN 13984:2013: >135N/ >125 N

Izjava o svojstvima: ABLDS35CPR

Površinska masa: 90g/m²

Sd-vrijednost: 35 m (+/- 10 m)

Novija generacija folija s varijabilnim sd vrijednostima ljeti i zimi (LDS FlexPlus)

HOMESEAL LDS 5 parna kočnica - sloj kontroliranog propuštanja vodene pare

PRIMJENA

OPIS
Parna kočnica visoke kvalitete, proizvedena iz dvoslojnog polipropilenskog voala. Koristi se kao sastavni dio izolacijskih sustava laganih kosih krovova i vanjskih zidova. Folija kontrolirano propušta vodenu paru kroz korektno provjetravanu krovnu konstrukciju. Namijenjena je ugradnji s unutarnje (grijane) strane toplinske izolacije ili do 1/4 s grijane strane, ako je debljina izolacije iznad folije veća od 20 cm. Koristi se samo u kombinaciji s LDS paropropusno-vodonepropusnom folijom kao sekundarnim pokrovom. Kvalitetno rješenje u slučaju primjene ispod izolacije na masivnim (AB-ploče, "fert" stropovi i sl.) kosim krovovima, odnosno u slučajevima kad iznad nje i sloja toplinske izolacije postoji mogućnost nesmetanog odvođenja vodene pare izvan konstrukcije.

Oznaka po HRN EN 13984:2013

Razred reakcije na požar: E (ako je folija ispod obložena s negorivim materijalom)

Debljina: 0,32 mm

Otpornost na kidanje prema EN 13859-2:2014: >100N/ >110 N

Izjava o svojstvima: ABLDS5CPR

Površinska masa: 120g/m²

Sd-vrijednost: 5 m

Staklena mineralna vuna u rastresitom stanju (BW) - vuna za upuhivanje

Blowing wool (vuna za upuhivanje) je vuna u rastresitom stanju koja se najviše koristi kao izolacija u/na konstrukcijama potkrovlja, drvenim okvirnim konstrukcijama i šupljinama.

Prednosti primjene:

- Pristup teško dostupnim i pristupačnim mjestima
- Brza ugradnja
- Nema otpada
- Nema toplinskih mostova, čak niti kod kompleksnih (drvenih) konstrukcija
- Jedan proizvod za skladištenje
- Lakši transport na velike visine (bez potrebe nošenja)
- Prilikom renovacija, bez ometanja korisnika okolnih prostora

Staklena mineralna vuna u rastresitom stanju (BW) - vuna za upuhivanje

	Celuloza	Staklena vuna SUPAFIL Loft 045
Debljina za R=8 m2K/W	40 cm	36 cm
Težina kg/m2	11,2	4,35
Broj vreća za 100m²	90 (12,5 kg/vreća)	26,1 (16,6 kg/vreća)

Osnovne karakteristike:

- Mala gustoća
- Razred reakcije na požar A1
- Bez kemijskih spojeva (npr. požarnih retardanata, insekticida i sl.) poput borne kiseline
- Visoka zvučna apsorpcija
- Ne upija vodu
- Minimalne količine prašine prilikom ugradnje

Supafil – podjela

- SUPAFIL LOFT

Supafil – podjela

- SUPAFIL LOFT

Supafil – podjela

- SUPAFIL LOFT – Tehničke karakteristike

Svojstva	Simbol	Opis/vrijednost	Jednica	Norma
Toplinska provodljivost	Λ	0,045	W/mK	HRN EN 12667
Razred reakcije na požar	-	A1	-	HRN EN 13501-1
Faktor otpora difuziji vodene pare	μ	1	-	HRN EN 12086
Specifični toplinski kapacitet	Cp	1030	J/kgK	HRN EN 10456
Stupanj slijeganja	S*	S1(%)	-	HRN EN 14064-1
Nasipna gustoća	ρ	>16	kg/m^3	HRN EN 14064-1

*S1 (≤1%); S2 (>1% a ≤ 5%); S3 (>5% a ≤ 10%)

Supafil – podjela

- SUPAFIL TIMBER FRAME

Supafil – podjela

- SUPAFIL TIMBER FRAME

Supafil – podjela

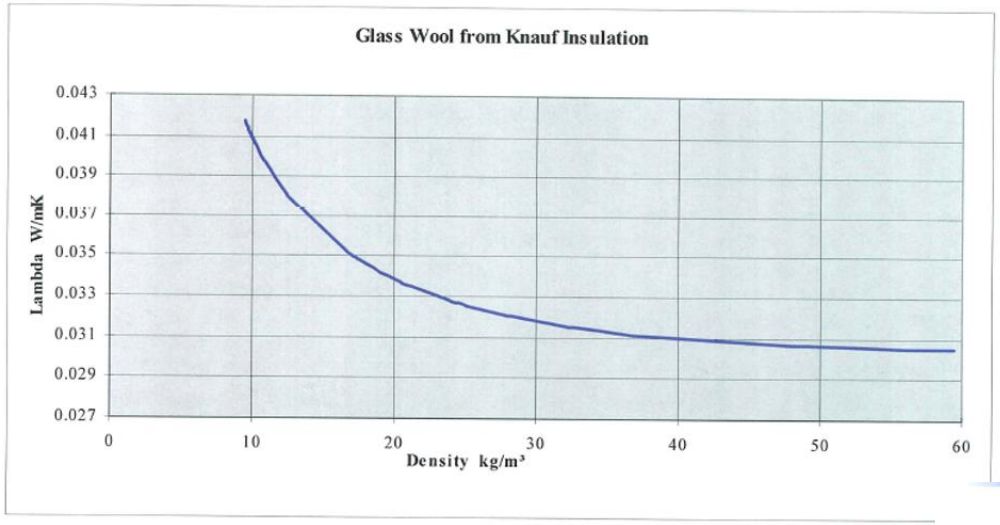
- SUPAFIL TIMBER FRAME – Tehničke karakteristike

Svojstva	Simbol	Opis/vrijednost	Jednica	Norma
Toplinska provodljivost	Λ	0,034	W/mK	HRN EN 12667
Razred reakcije na požar	-	A1	-	HRN EN 13501-1
Faktor otpora difuziji vodene pare	μ	1	-	HRN EN 12086
Specifični toplinski kapacitet	Cp	1030	J/kgK	HRN EN 10456
Stupanj slijeganja	S	S1(%)	-	HRN EN 14064-1
Nasipna gustoća	ρ	>35	kg/m^3	HRN EN 14064-1

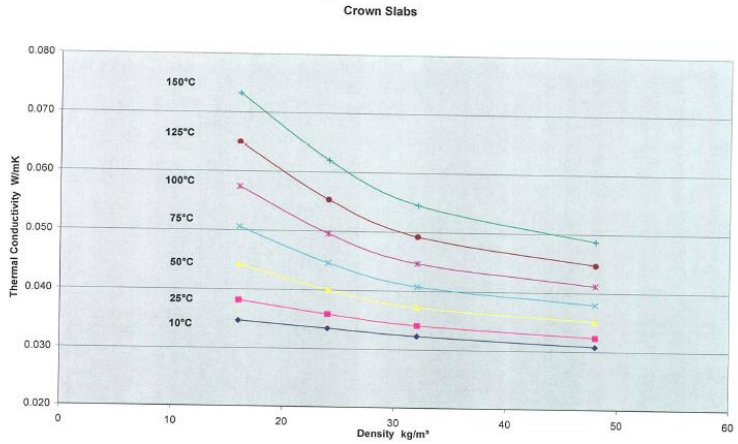
Supafil – ugradnja

Supafil – koeficijenti toplinske provodljivosti (općenito)

Thermal Conductivity With Density



Graph Showing Thermal Conductivity with Temperature



Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Dinamičke toplinske karakteristike građevnih dijelova zgrade

Članak 60.

(1) Kod zgrada čiji prostor s obzirom na njegovu namjenu treba zaštiti od pregrijavanja uslijed sunčevog zračenja, vanjski neprozirni dijelovi ovojnice zgrade, koji su izloženi sunčevu zračenju, moraju imati odgovarajuće dinamičke toplinske karakteristike kako bi se smanjio njihov doprinos zagrijavanju zraka u zgradi tijekom ljetnih mjeseci.

(2) Za vanjske građevne dijelove zgrada s plošnom masom većom od 100 kg/m2 smatra se da su zahtjevi za dinamičkim toplinskim karakteristikama ispunjeni kada je njihov koeficijent prolaska topline U [W/(m2·K)]manji od vrijednosti iz Tablice 1. u Prilogu B.

(3) Zahtjevi za dinamičke toplinske karakteristike za lagane vanjske građevne dijelove iz stavka 1. izložene sunčevu zračenju, s plošnom masom manjom od 100 kg/m2 dokazuju se posredno preko koeficijenta prolaska topline, U [W/(m2·K)], koji:

– za zidove ne smije biti veći od 0,35 W/(m2·K),

– za krovove ne smije biti veći od 0,30 W/(m2·K).

osim ako se prema Tablici 1. u Prilogu B ne zahtjeva zadovoljenje manje vrijednosti.

Tablica 1. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [W/(m2·K)], građevnih dijelova novih zgrada, i nakon rekonstrukcije postojećih zgrada

Redni broj	Građevni dio	U [W/(m²·K)]			
		$\theta_{int,set,H} \geq 18$ °C		$12°C < \theta_{int,set,H} < 18$ °C	
		$\theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C	$\theta_{e,mj,min} > 3$ °C	$\theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C	$\theta_{e,mj,min} > 3$ °C
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, zidovi prema provjetravanom tavanu	0,30	0,45	0,50	0,60
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, ostali prozirni elementi ovojnice zgrade	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade (U_g)	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50

TOPLINSKA STABILNOST

Koeficijent prolaska topline NE MOŽE biti mjerilo isključivi parametar kvalitete toplinske stabilnosti zgrade.

K 691–41:699.86:620:1:536.2.1

JUGOSLOVENSKI STANDARD SA OBAVEZNOM PRIMENOM od 1980-02-16	Toplotna tehnika u građevinarstvu METODE PRORAČUNA KARAKTERISTIKA TOPLOTNE STABILNOSTI SPOLJAŠNJIH GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA ZGRADA ZA LETNJE RAZDOBLJE	JUS U.J5.530 1980.
	Pravilnik br. 31–19792/1 od 1979-11-26; Službeni list SFRJ, br. 3/80.	

Heat in civil engineering. Characteristics of thermal stability of buildings

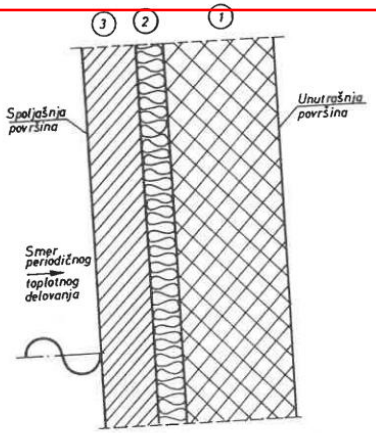
1 **Predmet standarda**

1.1 Ovim standardom se utvrđuju metode za proračun faktora prigušenja amplitude oscilacija temperature ν i vremenskog pomaka faze oscilacija temperature η za spoljašnje građevinske konstrukcije (zidova i krovova) izložene delovanju sunčevih zračenja u letnjem razdoblju.

1.2 Pod toplotnom stabilnošću građevinske konstrukcije, u smislu ovog standarda, podrazumeva se svojstvo spoljašnje građevinske konstrukcije da sačuva relativnu postojanost temperature na svojoj unutrašnjoj površini, pri oscilaciji temperatura spoljašnjeg vazduha i oscilaciji toplotnog toka kroz promatranu građevinsku konstrukciju.

2 **Metoda proračuna koeficijenta upijanja toplote U od strane površine slojeva konstrukcije**

Proračun faktora prigušenja amplitude oscilacija temperature i vremenskog pomaka faze oscilacija temperature spoljašnjih građevinskih konstrukcija vrši se sukcesivno izračunavanjem koeficijenta upijanja toplote U od strane površine slojeva konstrukcije po redu njihove numeracije date na slici.



I izdanje	SAVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJU	

Indeksi u donjim formulama odgovaraju poretku numeracije slojeva, koji se uzima, što je vidljivo na slici, obrnuto od smera kretanja toplotnog talasa.

Vrednost koeficijenta upijanja toplote U od strane površine sloja konstrukcije izračunava se u zavisnosti od vrednosti karakteristike toplotne inercije D tog sloja.

Za prvi sloj (prema prostoriji) važi:

ako je $D_1 > 1$ onda je $U_1 = S_1$

ako je $D_1 < 1$ onda je $U_1 = \dfrac{R_1 S_1^2 + \alpha_i}{1 + R_1 \cdot \alpha_i}$

Za drugi sloj važi:

ako je $D_2 > 1$ onda je $U_2 = S_2$

ako je $D_2 < 1$ onda je $U_2 = \dfrac{R_2 S_2^2 + U_1}{1 + R_2 U_1}$

Za n-ti sloj važi:

ako je $D_n > 1$ onda je $U_n = S_n$

ako je $D_n < 1$ onda je $U_n = \dfrac{R_n S_n^2 + U_{n-1}}{1 + R_n U_{n-1}}$

U gornjim izrazima, simboli imaju ova značenja:

D – karakteristika toplotne inercije,

U – koeficijent upijanja toplote od strane površine konstrukcije u $W/(m^2 \cdot K)$

S – koeficijent upijanja toplote od strane materijala sloja konstrukcije, za toplotno delovanje, s periodom oscilacije od 24 h (S_{24}) u $W/(m^2 \cdot K)$

R – toplotni otpor sloja konstrukcije u $(m^2 \cdot K)/W$,

α_i – koeficijent prelaza toplote koji se odnosi na graničnu površinu promatrane građevinske konstrukcije, prema prostoru unutar zgrade, u $W/(m^2 \cdot K)$.

3 **Metode proračuna faktora prigušenja amplitude oscilacija temperature**

Pri proračunu faktora prigušenja amplitude oscilacija temperatura ν spoljašnjih konstrukcija zgrada, ne uzimaju se u obzir slojevi debljine manje od 0,02 m (npr. malteri, premazi, parne brane, hidroizolacije i sl.), osim ako se ne radi o izrazitim toplotnoizolacijskim materijalima za koje je:

$$\lambda < 0{,}1 \ \frac{W}{mK}$$

Faktor prigušenja amplituda oscilacija temperature unutar građevinske konstrukcije, u letnjem razdoblju, računa se po sledećim formulama:

a) Za jednoslojnu konstrukciju:

– ako je $D < 1$

$$\nu = 0{,}9 \cdot \frac{(S + \alpha_i) \cdot (\alpha_e + U)}{(S + U) \cdot \alpha_e} \cdot e^x$$

– ako je $D \geqslant 1$

$$\nu = 0{,}9 \cdot \frac{(S + \alpha_i) \cdot (\alpha_e + S)}{2 \cdot \alpha_e \cdot S} \cdot e^x$$

TOPLINSKA STABILNOST

Koeficijent prolaska topline NE MOŽE biti mjerilo isključivi parametar kvalitete toplinske stabilnosti zgrade.

Indeksi u donjim formulama odgovaraju poretku numeracije slojeva, koji se uzima, što je vidljivo na slici, obrnuto od smera kretanja toplotnog talasa.

Vrednost koeficijenta upijanja toplote U od strane površine sloja konstrukcije izračunava se u zavisnosti od vrednosti karakteristike toplotne inercije D tog sloja.

Za prvi sloj (prema prostoriji) važi:

ako je $D_1 > 1$ onda je $U_1 = S_1$

ako je $D_1 < 1$ onda je $U_1 = \dfrac{R_1 S_1^2 + \alpha_i}{1 + R_1 \cdot \alpha_i}$

Za drugi sloj važi:

ako je $D_2 > 1$ onda je $U_2 = S_2$

ako je $D_2 < 1$ onda je $U_2 = \dfrac{R_2 S_2^2 + U_1}{1 + R_2 U_1}$

Za n-ti sloj važi:

ako je $D_n > 1$ onda je $U_n = S_n$

ako je $D_n < 1$ onda je $U_n = \dfrac{R_n S_n^2 + U_{n-1}}{1 + R_n U_{n-1}}$

U gornjim izrazima, simboli imaju ova značenja:

D – karakteristika toplotne inercije,

U – koeficijent upijanja toplote od strane površine konstrukcije u $W/(m^2 \cdot K)$

S – koeficijent upijanja toplote od strane materijala sloja konstrukcije, za toplotno delovanje, s periodom oscilacije od 24 h (S_{24}) u $W/(m^2 \cdot K)$

R – toplotni otpor sloja konstrukcije u $(m^2 \cdot K)/W$,

α_i – koeficijent prelaza toplote koji se odnosi na graničnu površinu promatrane građevinske konstrukcije, prema prostoru unutar zgrade, u $W/(m^2 \cdot K)$.

4 Metode proračuna faktora prigušenja amplitude oscilacija temperature

Pri proračunu faktora prigušenja amplitude oscilacija temperatura ν spoljašnjih konstrukcija zgrada, ne uzimaju se u obzir slojevi debljine manje od 0,02 m (npr. malteri, premazi, parne brane, hidroizolacije i sl.), osim ako se ne radi o izrazitim toplotnoizolacijskim materijalima za koje je:

$$\lambda < 0.1 \ \frac{W}{mK}$$

Faktor prigušenja amplituda oscilacija temperature unutar građevinske konstrukcije, u letnjem razdoblju, računa se po sledećim formulama:

a) Za jednoslojnu konstrukciju:

– ako je $D < 1$

$$\nu = 0.9 \cdot \frac{(S + \alpha_i) \cdot (\alpha_e + U)}{(S + U) \cdot \alpha_e} \cdot e^x$$

– ako je $D \geq 1$

$$\nu = 0.9 \cdot \frac{(S + \alpha_i) \cdot (\alpha_e + S)}{2 \cdot \alpha_e \cdot S} \cdot e^x$$

Tabela 1

ΣD	e^x	ΣD	e^x	ΣD	e^x	ΣD	e^x	ΣD	e^x	ΣD	e^x	ΣD	e^x
1		2		3		4		5		6		7	
0,40	1,32	0,95	1,96	1,50	2,89	2,05	4,25	2,60	6,28	3,15	9,29	3,70	13,74
0,41	1,33	0,96	1,97	1,51	2,91	2,06	4,28	2,61	6,33	3,16	9,34	3,71	13,84
0,42	1,34	0,97	1,98	1,52	2,93	2,07	4,31	2,62	6,38	3,17	9,39	3,72	13,94
0,43	1,35	0,98	1,99	1,53	2,95	2,08	4,35	2,63	6,43	3,18	9,45	3,73	14,05
0,44	1,36	0,99	2,01	1,54	2,97	2,09	4,38	2,64	6,48	3,19	9,51	3,74	14,15
0,45	1,37	1,00	2,03	1,55	3,00	2,10	4,41	2,65	6,53	3,20	9,65	3,75	14,25
0,46	1,38	1,01	2,04	1,56	3,02	2,11	4,45	2,66	6,58	3,21	9,71	3,76	14,35
0,47	1,39	1,02	2,05	1,57	3,04	2,12	4,48	2,67	6,63	3,22	9,78	3,77	14,46
0,48	1,40	1,03	2,07	1,58	3,06	2,13	4,51	2,68	6,68	3,23	9,84	3,78	14,56
0,49	1,41	1,04	2,09	1,59	3,08	2,14	4,54	2,69	6,73	3,24	9,90	3,79	14,67
0,50	1,42	1,05	2,10	1,60	3,10	2,15	4,57	2,70	6,78	3,25	9,97	3,80	14,77
0,51	1,43	1,06	2,12	1,61	3,12	2,16	4,60	2,71	6,83	3,26	10,03	3,81	14,88
0,52	1,44	1,07	2,14	1,62	3,14	2,17	4,63	2,72	6,88	3,27	10,08	3,82	15,00
0,53	1,45	1,08	2,15	1,63	3,16	2,18	4,66	2,73	6,93	3,28	10,15	3,83	15,10
0,54	1,46	1,09	2,16	1,64	3,18	2,19	4,69	2,74	6,98	3,29	10,26	3,84	15,20
0,55	1,47	1,10	2,18	1,65	3,20	2,20	4,72	2,75	7,03	3,30	10,22	3,85	15,30
0,56	1,48	1,11	2,20	1,66	3,22	2,21	4,76	2,76	7,08	3,31	10,38	3,86	15,40
0,57	1,49	1,12	2,21	1,67	3,24	2,22	4,80	2,77	7,13	3,32	10,44	3,87	15,50
0,58	1,50	1,13	2,23	1,68	3,26	2,23	4,84	2,78	7,18	3,33	10,60	3,88	15,60
0,59	1,51	1,14	2,25	1,69	3,29	2,24	4,88	2,79	7,23	3,34	10,68	3,89	15,70
0,60	1,52	1,15	2,27	1,70	3,32	2,25	4,91	2,80	7,28	3,35	10,70	3,90	15,80
0,61	1,53	1,16	2,29	1,71	3,34	2,26	4,95	2,81	7,33	3,36	10,77	3,91	15,90
0,62	1,54	1,17	2,30	1,72	3,36	2,27	4,98	2,82	7,39	3,37	10,86	3,92	16,00
0,63	1,55	1,18	2,32	1,73	3,38	2,28	5,02	2,83	7,44	3,38	10,92	3,93	16,10
0,64	1,56	1,19	2,33	1,74	3,40	2,29	5,06	2,84	7,48	3,39	11,00	3,94	16,22
0,65	1,58	1,20	2,34	1,75	3,43	2,30	5,10	2,85	7,53	3,40	11,06	3,95	16,33
0,66	1,59	1,21	2,35	1,76	3,46	2,31	5,13	2,86	7,59	3,41	11,12	3,96	16,44
0,67	1,60	1,22	2,37	1,77	3,48	2,32	5,17	2,87	7,65	3,42	11,18	3,97	16,55
0,68	1,61	1,23	2,39	1,78	3,50	2,33	5,20	2,88	7,71	3,43	11,25	3,98	16,66
0,69	1,62	1,24	2,41	1,79	3,53	2,34	5,24	2,89	7,76	3,44	11,32	3,99	16,78
0,70	1,64	1,25	2,43	1,80	3,56	2,35	5,27	2,90	7,82	3,45	11,40	4,00	16,89
0,71	1,65	1,26	2,45	1,81	3,58	2,36	5,31	2,91	7,88	3,46	11,48	4,01	17,00
0,72	1,66	1,27	2,46	1,82	3,61	2,37	5,34	2,92	7,95	3,47	11,58	4,02	17,12
0,73	1,67	1,28	2,48	1,83	3,64	2,38	5,36	2,93	8,03	3,48	11,67	4,03	17,25
0,74	1,68	1,29	2,49	1,84	3,67	2,39	5,39	2,94	8,08	3,49	11,75	4,04	17,38
0,75	1,69	1,30	2,51	1,85	3,70	2,40	5,42	2,95	8,12	3,50	11,83	4,05	17,52
0,76	1,70	1,31	2,53	1,86	3,73	2,41	5,46	2,96	8,16	3,51	11,92	4,06	17,65
0,77	1,71	1,32	2,55	1,87	3,76	2,42	5,50	2,97	8,22	3,52	12,01	4,07	17,77
0,78	1,73	1,33	2,57	1,88	3,79	2,43	5,55	2,98	8,28	3,53	12,10	4,08	17,89
0,79	1,75	1,34	2,59	1,89	3,81	2,44	5,60	2,99	8,35	3,54	12,18	4,09	18,06
0,80	1,76	1,35	2,61	1,90	3,84	2,45	5,65	3,00	8,40	3,55	12,26	4,10	18,17
0,81	1,77	1,36	2,63	1,91	3,87	2,46	5,68	3,01	8,47	3,56	12,35	4,11	18,30
0,82	1,78	1,37	2,65	1,92	3,90	2,47	5,72	3,02	8,53	3,57	12,45	4,12	18,43
0,83	1,80	1,38	2,67	1,93	3,92	2,48	5,77	3,03	8,58	3,58	12,56	4,13	18,56
0,84	1,81	1,39	2,68	1,94	3,95	2,49	5,81	3,04	8,64	3,59	12,65	4,14	18,69
0,85	1,82	1,40	2,69	1,95	3,98	2,50	5,86	3,05	8,70	3,60	12,80	4,15	18,81
0,86	1,84	1,41	2,71	1,96	4,00	2,51	5,91	3,06	8,76	3,61	12,90	4,16	18,92
0,87	1,85	1,42	2,73	1,97	4,03	2,52	5,96	3,07	8,82	3,62	13,00	4,17	19,04
0,88	1,86	1,43	2,75	1,98	4,05	2,53	6,00	3,08	8,86	3,63	13,10	4,18	19,16
0,89	1,87	1,44	2,77	1,99	4,07	2,54	6,05	3,09	8,95	3,64	13,19	4,19	19,30
0,90	1,88	1,45	2,79	2,00	4,10	2,55	6,08	3,10	9,02	3,65	13,28	4,20	19,45
0,91	1,89	1,46	2,81	2,01	4,13	2,56	6,11	3,11	9,08	3,66	13,37	4,21	19,58
0,92	1,90	1,47	2,83	2,02	4,15	2,57	6,15	3,12	9,14	3,67	13,46	4,22	19,71
0,93	1,92	1,48	2,85	2,03	4,18	2,58	6,19	3,13	9,19	3,68	13,55	4,23	19,84
0,94	1,94	1,49	2,87	2,04	4,22	2,59	6,22	3,14	9,24	3,69	13,65	4,24	19,97

TOPLINSKA STABILNOST

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Norme:

HRN EN ISO 13790 uzima u obzir Cm - efektivni toplinski kapacitet grijanog dijela zgrade (zone) (J/K)

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{Tr} + H_{Ve}} \quad [\mathrm{h}] \qquad \text{HRN EN 13790 (62)} \qquad (1.79)$$

C_m - efektivni toplinski kapacitet grijanog dijela zgrade (zone) (J/K);
H_{Tr} – koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone (W/K);
H_{Ve} - koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone (W/K).

C_m se može odrediti na sljedeći način:
C_m = 370 kJ/(m^{2}K)·A_f - za zgrade s masivnim unutarnjim i vanjskim zidovima (plošna masa veća od 550 kg/m^2),
za ostale zgrade prema Tablici 1.15
pri čemu je A_f (m^2) površina kondicionirane zone zgrade s vanjskim dimenzijama

Algoritam za proračun potrebne en. za grijanje i hlađenje prema HRN EN 13790 Str. 30

Napomena: U izračun vremenske konstante zgrade ulazi se sa vrijednošću $H_{Ve,mech}'$ koja u obzir uzima samo broj izmjena zraka u prostoru (osjetna toplina) tj.

$$H_{Ve,mech}' = \frac{\rho_a \cdot c_{pa} \cdot \dot{V}_{mech,sup}}{3600}$$

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

Klasa zgrade	C_m kJ/K	Plošna masa kg/m^2
Vrlo lagana	80 x A_f	m′ ≤100
Lagana	110 x A_f	250 ≥ m′ ≥ 100
Srednje teška	165 x A_f	400 ≥ m′ ≥ 250
Teška	260 x A_f	550 ≥ m′ ≥ 400
Masivna gradnja	370 x A_f	m′ ≥ 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 ≤ 900 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 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 kg/m^3 i debljine > 20,00 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 ≥ 20,00 cm, te masivnim unutarnjim pregradnim zidovima.

FSB Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790

Autori:
prof.dr.sc. Vladimir Soldo, dipl.ing.stroj.
Silvio Novak, dipl.ing.grad.
Ivan Horvat, mag.ing.mech.

Zagreb, svibanj 2017.

Utjecaj mase na bilancu energije

Primjer obiteljske kuće:

Izvorno:

Proračun plošne mase	Da
m'	299,93
Masivnost konstrukcije	Srednje teška zgrada, plošna masa zidova 400 >= m' > 250 kg/m2
Cm	33066000,00

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

Osvježi satni proračun

A [m^2]	654,32	fo [m^{-1}]	0,87	
Ak [m^2]	159,69	Ak' [m^2]	159,69	
Ve [m^3]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	6434,89			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	40,30	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1383,92			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	8,67	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4799,57			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	30,06			

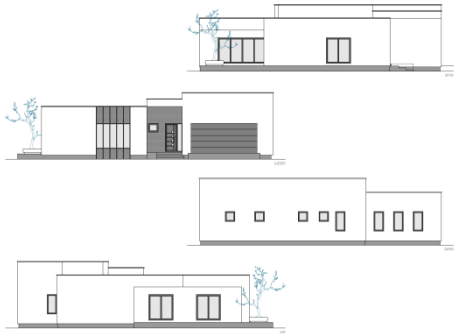
Utjecaj mase na bilancu energije

Primjer obiteljske kuće:

Proračun plošne mase	**Ne**
m'	299,93
Masivnost konstrukcije	**Vrlo lagana zgrada, plošna masa zidova m' <= 100 kg/m2**
Cm	16032000,00

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje — Osvježi satni proračun

A [m^2]	654,32	fo [m^{-1}]	0,87	
Ak [m^2]	159,69	Ak' [m^2]	159,69	
Ve [m^3]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	6534,30			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	40,92	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1522,42			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	9,53	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4880,56			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	30,56			



Proračun plošne mase	**Ne**
m'	299,93
Masivnost konstrukcije	**Masivna zgrada, plošna masa zidova m' > 550 kg/m2**
Cm	74148000,00

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje — Osvježi satni proračun

A [m^2]	654,32	fo [m^{-1}]	0,87	
Ak [m^2]	159,69	Ak' [m^2]	159,69	
Ve [m^3]	751,50			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	6472,92			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	40,53	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	67,72	ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	1338,33			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	8,38	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	4829,67			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	30,24			

Vrlo male razlike.
Realno su daleko veće..

Utjecaj mase na bilancu energije

Utjecaj mase na bilancu energije

Norme:

Nova norma HRN EN ISO 52016-1 razdvaja građevne elemente, odnosno uzima u obzir doprinos toplinskih masa svakog pojedinačnog elementa sukladno kategorijama

Kategorija	Km [J/(m^{2}K)]	Opis kategorije
Vrlo lagana	50 000	Konstrukcija bez masivnih elemenata, osim primjerice plastičnih ploča ili drvenih obloga i slično.
Lagana	75 000	Konstrukcija bez masivnih elemenata, osim primjerice 5 do 10 cm lagane opeke ili betona i slično.
Srednje teška	110 000	Konstrukcija bez masivnih elemenata, osim primjerice 10 do 20 cm lagane opeke ili betona, ili manje od 7 cm pune opeke ili teškog betona i slično.
Teška	175 000	Konstrukcija sa primjerice 7 do 12 cm pune opeke ili teškog betona i slično.
Vrlo teška	250 000	Konstrukcija sa više od 12 cm pune opeke ili teškog betona i slično.

! **norma HRN EN ISO 13786:2017** Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

HZN • KNAUF INSULATION d.o.o.
HZN broj: 1312-2022 • 2022-10-20
Zabranjeno umnožavanje u bilo kojem obliku i na bilo koji način bez pisane dozvole HZN-a.

HRVATSKA NORMA

ICS: 91.120.10

HRN EN ISO 13786

Treće izdanje,
kolovoz 2017.

Zamjenjuje HRN EN ISO 13786:2008

Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade – Dinamičke toplinske značajke – Metode proračuna (ISO 13786:2017, ispravljena verzija 2018-03; EN ISO 13786:2017)

Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods (ISO 13786:2017, Corrected version 2018-03; EN ISO 13786:2017)

Na temelju članka 12. Zakona o normizaciji (Narodne novine br. 80/2013) Hrvatski zavod za norme na prijedlog tehničkog odbora HZN/TO 163, *Toplinska izolacija* i provedene rasprave prihvatio je europsku normu EN ISO 13786:2017 u izvorniku na engleskom jeziku kao hrvatsku normu.
Obavijest o prihvaćanju objavljena je u HZN Glasilu 8/2017 od 2017-08-31.

Europska norma EN ISO 13786:2017 ima status hrvatske norme

Referencijski broj: HRN EN ISO 13786:2017 en

HZN Hrvatski zavod za norme
Croatian Standards Institute

Zabranjeno je umnožavanje hrvatskih norma ili njihovih dijelova

HZN • KNAUF INSULATION d.o.o.
HZN broj: 1312-2022 • 2022-10-20
Zabranjeno umnožavanje u bilo kojem obliku i na bilo koji način bez pisane dozvole HZN-a.

3.1.5
periodic thermal conductance
L_{mn}
complex number relating the periodic heat flow into a component to the periodic temperatures on either side of it under sinusoidal conditions

Periodička toplinska provodljivost

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$\hat{\Phi}_m = L_{mm} \times \hat{\theta}_m - L_{mn} \times \hat{\theta}_n \quad (4)$$

Note 2 to entry: L_{mm} relates the periodic heat flow on side m to the periodic temperature on side m when the temperature amplitude on side n is zero. L_{mn} relates the periodic heat flow on side m to the periodic temperature on side n when the temperature amplitude on side m is zero.

Note 3 to entry: As a convention within this document, the heat flow rate is defined as positive when it enters the surface of the component.

3.1.6
heat capacity
modulus of the net periodic thermal conductance divided by the angular frequency

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$C_m = \frac{1}{\omega} \times \left| L_{mm} - L_{mn} \right| \quad (5)$$

where $\omega = \frac{2\pi}{T}$ and T is the period of variation in seconds.

3.1.7
time shift
Δt
period of time between the maximum amplitude of a cause and the maximum amplitude of its effect

3.2 Definitions valid only for one dimensional heat flow

3.2.1
plane component
component for which the smallest curvature radius is at least five times its thickness

3.2.2
homogeneous material layer
layer of material in which the largest size of inhomogenities does not exceed one fifth of the thickness of the layer

3.2.3
thermal admittance
complex quantity defined as the complex amplitude of the density of heat flow rate through the surface of the component adjacent to zone m, divided by the complex amplitude of the temperature in the same zone when the temperature on the other side is held constant

„Ulazak" topline

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$Y_{mm} = \frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_m} \quad (6)$$

TOPLINSKA STABILNOST

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

HZN • KNAUF INSULATION d.o.o.
HZN broj: 1312-2022 • 2022-10-20
Zabranjeno umnožavanje u bilo kojem obliku i na bilo koji način bez pisane dozvole HZN-a.

3.2.4
periodic thermal transmittance
complex quantity defined as the complex amplitude of the density of heat flow rate through the surface of the component adjacent to zone m, divided by the complex amplitude of the temperature in zone n when the temperature in zone m is held constant

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$Y_{mn} = -\frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_n} \tag{7}$$

3.2.5
areal heat capacity
heat capacity divided by area of element

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$\kappa_m = \frac{C_m}{A} = \frac{1}{\omega} \times \left| Y_{mm} - Y_{mn} \right| \tag{8}$$

Note 2 to entry: Using Formula (8), the heat capacities are then:

$$C_m = A \times \kappa_m \tag{9}$$

Note 3 to entry: There are two thermal admittances and two heat capacities for a component separating two zones, all of which depend on the period of the thermal variations.

3.2.6
decrement factor
ratio of the modulus of the periodic thermal transmittance to the steady-state thermal transmittance U

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$f = \frac{\left|\hat{q}_m\right|}{\left|\hat{\theta}_n\right| \times U} = \frac{\left|Y_{mn}\right|}{U} \tag{10}$$

where $m \neq n$.

3.2.7
periodic penetration depth
δ
depth at which the amplitude of the temperature variations are reduced by the factor "e" in a homogeneous material of infinite thickness subjected to sinusoidal temperature variations on its surface

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda \times T}{\pi \times \rho \times c}} \tag{11}$$

Note 2 to entry: e is the base of natural logarithms; e = "2,718..."

3.2.8
heat transfer matrix
Z
matrix relating the complex amplitudes of temperature and heat flow rate on one side of a component to the complex amplitudes of temperature and heat flow rate on the other side

Note 1 to entry: Another representation of the concept:

© ISO 2017 – All rights reserved

Periodički toplinski prolazak topline

! faktor umanjenja (faktor prigušenja amplitude oscilacija temperature)

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Calculator

Calculation of thermal mass according to EN ISO 13786

www.htflux.com

edit yellow cells

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
Concrete	1,800	2400,0	1000	0,2000	0,111
Insulation	0,040	30,0	1400	0,1000	2,500
Plaster	1,000	1200,0	1500	0,0050	0,005
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04

U-value: 0,3589 W/m²K

total thickness: 0,305 m

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,847	W/(m²K)
time shift external side:	4,03	h
internal thermal admittance:	5,942	W/(m²K)
time shift internal side:	0,85	h
periodic thermal transmittance:	0,061	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-8,11	h
external areal heat capacity:	12,480	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	82,290	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,169	

„Vremenski pomak faze oscilacije temperature”

Click here for some theory and a brief user guide
(or use link on bottom of this page)

For more detailed analysis, simulations, material properties database, etc. please make use of our HTflux Software.

HTflux

AEE - Institute for Sustainable Technologies
http://www.aee-intec.at

© 2020 DI Daniel Rüdisser http://www.htflux.com

This excel tool is developed for free use and distribution.
The tools has been validated, however we accept no liability for the calculation results or any losses or damages connected to them.

https://www.researchgate.net/publication/324654258_A_brief_guide_and_free_tool_for_the_calculation_of_the_thermal_mass_of_building_components_according_to_ISO_13786

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Calculation of thermal mass according to EN ISO 13786

mean temperature side 1 (ext.):	0,8	°C
temp. amplitude side 1 (ext.):	0,0	°C
time of max. temp side 1 (ext.):	14:00	

mean temperature side 2 (int.):	20,0	°C
temp. amplitude side 2 (int.):	2,0	°C
time of max. temp side 2 (int.):	15:00	

Building component surface temp. - side 1

Max:	1,11	°C
Min:	1,10	°C
Range:	0,01	°C

Building component surface temp. - side 2

Max:	19,71	°C
Min:	18,51	°C
Range:	1,20	°C

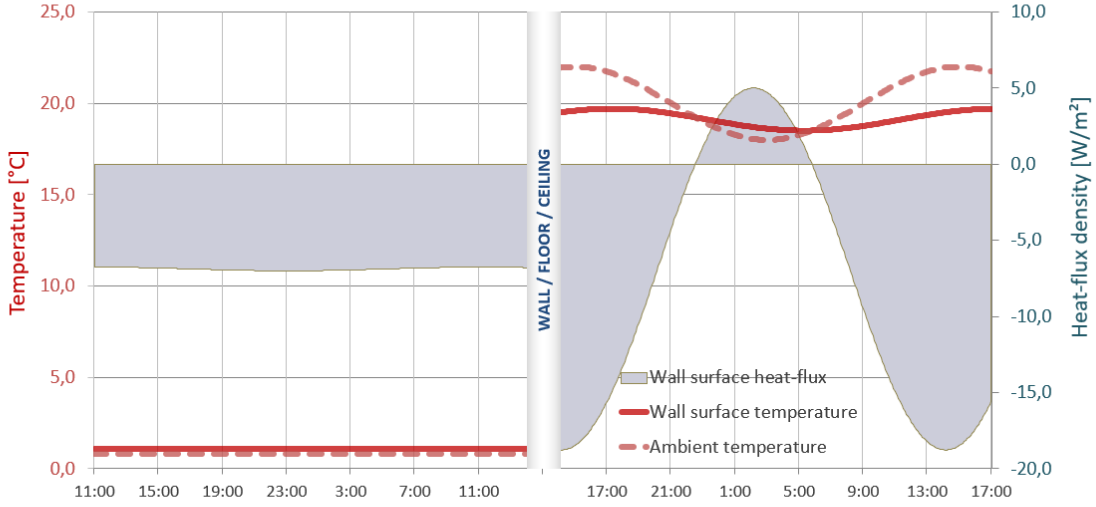
Building component heat-flux - side 1

Max:	-6,76	W/m²
Min:	-7,00	W/m²
Range:	0,24	W/m²

Building component heat-flux - side 2

Max:	5,00	W/m²
Min:	-18,76	W/m²
Range:	23,77	W/m²

Select display time of chart: 14:00



Filled curve and right legend shows heat-flux density [W/m²]. Positive value on right side (2) reflects heat-flux "coming out" of the wall, positive value on left side (1) reflects heat flux "going into" the wall.
Dashed curves reflect preset ambient temperatures.
Solid curves reflect wall temperatures on each surface.

Temperatures and heat-flux densities on Side 1 (see below for Side 2)

time	$T_{1(ext)}$ [°C]	$T_{2(int)}$ [°C]	HF1 dyn. of T1 [W/m²]	HF1 dyn. of T2 [W/m²]	HF1 static [W/m²]	HF1 total [W/m²]	T1 surface [°C]
11:00	0,83	0,83	0,000	0,121	-6,879	-6,758	1,10
11:06	0,83	0,83	0,000	0,121	-6,879	-6,758	1,10
11:12	0,83	0,83	0,000	0,121	-6,879	-6,758	1,10
11:18	0,83	0,83	0,000	0,121	-6,879	-6,758	1,10
11:24	0,83	0,83	0,000	0,121	-6,879	-6,759	1,10
11:30	0,83	0,83	0,000	0,120	-6,879	-6,759	1,10
11:36	0,83	0,83	0,000	0,120	-6,879	-6,759	1,10
11:42	0,83	0,83	0,000	0,120	-6,879	-6,760	1,10
11:48	0,83	0,83	0,000	0,119	-6,879	-6,760	1,10
11:54	0,83	0,83	0,000	0,119	-6,879	-6,761	1,10
12:00	0,83	0,83	0,000	0,118	-6,879	-6,762	1,10
12:06	0,83	0,83	0,000	0,117	-6,879	-6,762	1,10
12:12	0,83	0,83	0,000	0,116	-6,879	-6,763	1,10
12:18	0,83	0,83	0,000	0,115	-6,879	-6,764	1,10
12:24	0,83	0,83	0,000	0,114	-6,879	-6,765	1,10
12:30	0,83	0,83	0,000	0,113	-6,879	-6,766	1,10
12:36	0,83	0,83	0,000	0,112	-6,879	-6,767	1,10
12:42	0,83	0,83	0,000	0,111	-6,879	-6,769	1,10
12:48	0,83	0,83	0,000	0,109	-6,879	-6,770	1,10
12:54	0,83	0,83	0,000	0,108	-6,879	-6,771	1,10
13:00	0,83	0,83	0,000	0,107	-6,879	-6,773	1,10
13:06	0,83	0,83	0,000	0,105	-6,879	-6,774	1,10
13:12	0,83	0,83	0,000	0,103	-6,879	-6,776	1,10
13:18	0,83	0,83	0,000	0,102	-6,879	-6,778	1,10
13:24	0,83	0,83	0,000	0,100	-6,879	-6,779	1,10
13:30	0,83	0,83	0,000	0,098	-6,879	-6,781	1,10
13:36	0,83	0,83	0,000	0,096	-6,879	-6,783	1,10
13:42	0,83	0,83	0,000	0,094	-6,879	-6,785	1,10
13:48	0,83	0,83	0,000	0,092	-6,879	-6,787	1,10
13:54	0,83	0,83	0,000	0,090	-6,879	-6,789	1,10
14:00	0,83	0,83	0,000	0,088	-6,879	-6,791	1,10
14:06	0,83	0,83	0,000	0,086	-6,879	-6,794	1,11
14:12	0,83	0,83	0,000	0,084	-6,879	-6,796	1,11
14:18	0,83	0,83	0,000	0,081	-6,879	-6,798	1,11
14:24	0,83	0,83	0,000	0,079	-6,879	-6,800	1,11
14:30	0,83	0,83	0,000	0,076	-6,879	-6,803	1,11
14:36	0,83	0,83	0,000	0,074	-6,879	-6,805	1,11
14:42	0,83	0,83	0,000	0,071	-6,879	-6,808	1,11
14:48	0,83	0,83	0,000	0,069	-6,879	-6,811	1,11
14:54	0,83	0,83	0,000	0,066	-6,879	-6,813	1,11
15:00	0,83	0,83	0,000	0,064	-6,879	-6,816	1,11
15:06	0,83	0,83	0,000	0,061	-6,879	-6,819	1,11
15:12	0,83	0,83	0,000	0,058	-6,879	-6,821	1,11
15:18	0,83	0,83	0,000	0,055	-6,879	-6,824	1,11
15:24	0,83	0,83	0,000	0,052	-6,879	-6,827	1,11
15:30	0,83	0,83	0,000	0,050	-6,879	-6,830	1,11
15:36	0,83	0,83	0,000	0,047	-6,879	-6,833	1,11
15:42	0,83	0,83	0,000	0,044	-6,879	-6,836	1,11
15:48	0,83	0,83	0,000	0,041	-6,879	-6,839	1,11
15:54	0,83	0,83	0,000	0,038	-6,879	-6,842	1,11
16:00	0,83	0,83	0,000	0,035	-6,879	-6,845	1,11
16:06	0,83	0,83	0,000	0,032	-6,879	-6,848	1,11
16:12	0,83	0,83	0,000	0,029	-6,879	-6,851	1,11
16:18	0,83	0,83	0,000	0,025	-6,879	-6,854	1,11
16:24	0,83	0,83	0,000	0,022	-6,879	-6,857	1,11
16:30	0,83	0,83	0,000	0,019	-6,879	-6,860	1,11
16:36	0,83	0,83	0,000	0,016	-6,879	-6,863	1,11
16:42	0,83	0,83	0,000	0,013	-6,879	-6,866	1,11
16:48	0,83	0,83	0,000	0,010	-6,879	-6,870	1,11
16:54	0,83	0,83	0,000	0,007	-6,879	-6,873	1,11
17:00	0,83	0,83	0,000	0,003	-6,879	-6,876	1,11
17:06	0,83	0,83	0,000	0,000	-6,879	-6,879	1,11

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Klasičan zid – ETICS (opeka)

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
blok opeka	0,390	800	900	0,2900	0,744
kamena vuna (FKD-N)	0,034	90,0	1030	0,1500	4,412
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04

U-value: *0,1878* *W/m²K*
total thickness: *0,440* *m*

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,436	W/(m²K)
time shift external side:	2,91	h
internal thermal admittance:	3,054	W/(m²K)
time shift internal side:	1,87	h
periodic thermal transmittance:	0,023	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-12,95	h
external areal heat capacity:	6,172	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	42,234	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,123	

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
blok opeka	0,390	800	900	0,2900	0,744
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04

U-value: *1,0946* *W/m²K*
total thickness: *0,290* *m*

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	4,007	W/(m²K)
time shift external side:	2,58	h
internal thermal admittance:	3,079	W/(m²K)
time shift internal side:	1,94	h
periodic thermal transmittance:	0,503	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-7,59	h
external areal heat capacity:	61,327	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	48,042	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,460	

Panel (PUR)

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
čelični lim	50,000	7860	450	0,0001	0,000
PUR	0,023	25,0	1400	0,1500	6,522
čelični lim	50,000	7860	450	0,0001	0,000
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04

U-value: *0,1494* *W/m²K*
total thickness: *0,150* *m*

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,220	W/(m²K)
time shift external side:	2,60	h
internal thermal admittance:	0,217	W/(m²K)
time shift internal side:	2,52	h
periodic thermal transmittance:	0,144	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-1,65	h
external areal heat capacity:	2,786	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	2,711	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,964	

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Kameni zid

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
Kamen	1,400	2000	1000	0,5000	0,357
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
		U-value:	1,8970	W/m²K	
		total thickness:	0,500	m	

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	9,766	W/(m²K)
time shift external side:	1,93	h
internal thermal admittance:	5,368	W/(m²K)
time shift internal side:	1,03	h
periodic thermal transmittance:	0,200	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-13,81	h
external areal heat capacity:	135,846	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	75,863	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,105	

?!?

Dinamičke toplinske karakteristike građevnih dijelova zgrade

Članak 60.

(1) Kod zgrada čiji prostor s obzirom na njegovu namjenu treba zaštiti od pregrijavanja uslijed sunčevog zračenja, vanjski neprozirni dijelovi ovojnice zgrade, koji su izloženi sunčevu zračenju, moraju imati odgovarajuće dinamičke toplinske karakteristike kako bi se smanjio njihov doprinos zagrijavanju zraka u zgradi tijekom ljetnih mjeseci.

(2) Za vanjske građevne dijelove zgrada s plošnom masom većom od 100 kg/m² smatra se da su zahtjevi za dinamičkim toplinskim karakteristikama ispunjeni kada je njihov koeficijent prolaska topline U [W/(m²·K)]manji od vrijednosti iz Tablice 1. u Prilogu B.

(3) Zahtjevi za dinamičke toplinske karakteristike za lagane vanjske građevne dijelove iz stavka 1. izložene sunčevu zračenju, s plošnom masom manjom od 100 kg/m² dokazuju se posredno preko koeficijenta prolaska topline, U [W/(m²·K)], koji:

– za zidove ne smije biti veći od 0,35 W/(m2·K),
– za krovove ne smije biti veći od 0,30 W/(m²·K).
osim ako se prema Tablici 1. u Prilogu B ne zahtjeva zadovoljenje manje vrijednosti.

Panel (PUR)

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
čelični lim	50,000	7860	450	0,0001	0,000
PUR	0,023	25,0	1400	0,1500	6,522
čelični lim	50,000	7860	450	0,0001	0,000
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
		U-value:	0,1494	W/m²K	
		total thickness:	0,150	m	

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,220	W/(m²K)
time shift external side:	2,60	h
internal thermal admittance:	0,217	W/(m²K)
time shift internal side:	2,52	h
periodic thermal transmittance:	0,144	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-1,65	h
external areal heat capacity:	2,786	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	2,711	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,964	

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Klasičan zid – ETICS (opeka) – IZOLACIJA S VANJSKE STRANE

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
blok opeka	0,390	800	900	0,2900	0,744
kamena vuna (FKD-N)	0,034	90,0	1030	0,1500	4,412
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
		U-value:	*0,1878*	*W/m²K*	
		total thickness:	*0,440*	*m*	

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,436	W/(m²K)
time shift external side:	2,91	h
internal thermal admittance:	3,054	W/(m²K)
time shift internal side:	1,87	h
periodic thermal transmittance:	0,023	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-12,95	h
external areal heat capacity:	6,172	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	42,234	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,123	

IZOLACIJA S UNUTARNJE STRANE

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
mineralna vuna	0,035	20,0	1030	0,1500	4,286
blok opeka	0,390	800,0	900	0,2900	0,744
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
		U-value:	*0,1923*	*W/m²K*	
		total thickness:	*0,440*	*m*	

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	3,976	W/(m²K)
time shift external side:	2,52	h
internal thermal admittance:	0,240	W/(m²K)
time shift internal side:	1,29	h
periodic thermal transmittance:	0,035	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-10,09	h
external areal heat capacity:	55,146	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	3,784	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,183	

norma HRN EN ISO 13786:2017 Toplinske značajke građevnih dijelova zgrade -- Dinamičke toplinske značajke -- Metode proračuna

Kosi krov

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
gipskartonske ploče	0,210	680	960	0,0125	0,060
Mineralna vuna (Unifit035)	0,035	20,0	1030	0,2000	5,714
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
			U-value:	0,1682	W/m²K
			total thickness:	0,213	m

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,207	W/(m²K)
time shift external side:	1,93	h
internal thermal admittance:	0,690	W/(m²K)
time shift internal side:	4,61	h
periodic thermal transmittance:	0,164	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-1,52	h
external areal heat capacity:	2,284	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	9,832	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,976	

Zdravo 🙂 Mogu li vas zamoliti za savjet u vezi izolacije potkrovlja. Ispod krova smo stavili mekanu kamenu vunu, onu u ronli a ne onu u kockama, debljine 10cm. Medjutim mislim da to nije dovoljno, preko ljeta je pretoplo u potkrovlju i jako nam se cuje buka iz vana. Zanima me da li treba staviti jos kamene vune i koje vrste? Srdacan pozdrav za vas 😊

Jednaka vrijednost U (W/m2K)!

layer name	thermal conductivity λ [W/m.K]	gross density ρ [kg/m³]	spec. heat capacity C [J/kg.K]	layer thickness d [m]	R [m²K/W]
Rsi (int. heat transfer resistance)					0,13
armirani beton	2,600	2500	1000	0,1200	0,046
Mineralna vuna (Unifit035)	0,035	20,0	1030	0,2000	5,714
Rse (ext. heat transfer resistance)					0,04
			U-value:	0,1686	W/m²K
			total thickness:	0,320	m

Calculation results according to EN ISO 13786:		
external thermal admittance:	0,210	W/(m²K)
time shift external side:	1,86	h
internal thermal admittance:	6,534	W/(m²K)
time shift internal side:	1,19	h
periodic thermal transmittance:	0,051	W/(m²K)
time shift periodic thermal transmittance:	-6,52	h
external areal heat capacity:	3,336	kJ/(m².K)
internal areal heat capacity:	90,154	kJ/(m².K)
decrement factor f:	0,300	

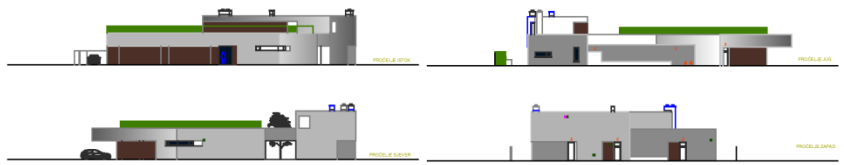
Toplinska izolacija i utjecaj na potrebnu energiju za hlađenje

Građevni dijelovi

#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(max)
1	F1 - VANJSKI ZID	Vanjski zidovi	245,50	0,16	0,30	0,77	0,96
2	F1s - VANJSKI ZID - sokl	Vanjski zidovi	15,90	0,18	0,30	0,77	0,96
3	F2 - VANJSKI ZID	Vanjski zidovi	67,90	0,21	0,30	0,77	0,95
4	F2s - VANJSKI ZID - sokl	Vanjski zidovi	19,10	0,24	0,30	0,77	0,94
5	F3 - VANJSKI ZID	Vanjski zidovi	0,00	0,22	0,30	0,77	0,95
6	F3s - VANJSKI ZID - sokl	Vanjski zidovi	0,00	0,21	0,30	0,77	0,95
7	F4 - VANJSKI ZID - atrij spavaće sobe	Vanjski zidovi	10,20	0,29	0,30	0,77	0,93
14	ZN1 STAN/GARAŽA	Zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	23,70	0,26	0,30	0,77	0,94
16	P1 - POD NA TLU - podno grijanje	Podovi na tlu	313,80	0,24	0,30	0,84	0,94
17	P2 - POD NA TLU - podno grijanje	Podovi na tlu	7,10	0,28	0,30	0,84	0,93
19	PN1 - GARAŽA_negr.	Podovi na tlu	0,00	0,56	-	0,84	0,86
21	MK1 - MK - podno grijanje stana*	Stropovi između grijanih dijelova različitih korisni...	0,00	0,55	-	-	-
23	MK2 - MK - podno grijanje stana - kupaon...	Stropovi između grijanih dijelova različitih korisni...	0,00	0,54	-	-	-
24	OP1 - STROP IZNA O.P. - iznad terase	Stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže	25,50	0,16	0,30	0,77	0,96
25	OP2 - STROP IZNA O.P. - kupaonica izn...	Stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže	6,40	0,16	0,30	0,77	0,96
26	KR1 - NEPROHODNI KROV - iznad grija...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	117,70	0,14	0,25	0,77	0,97
29	KR3 - KROVNA TERASA kata	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	38,30	0,13	0,25	0,77	0,97

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	0,004
2	2.01 Armirani beton	20,000	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,006
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-N Thermal	20,000	5,882
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,006
6	Impregnacijski predpremaz	0,002	0,000
7	Silikonska završna žbuka	0,200	0,003



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

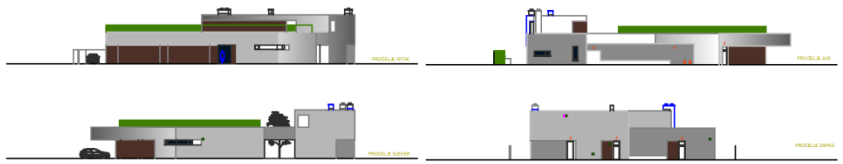
A [m^2]	1197,93	fo [m^{-1}]
Ak [m^2]	352,40	Ak' [m^2]
Ve [m^3]	1666,90	
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	18861,18	
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^{2}a]	53,52	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^{2}a]
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	8309,22	
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^{2}a]	23,58	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^{2}a]

26	KR1 - NEPROHODNI KROV - iznad grija...	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	117,70	0,14	0,25	0,77	0,97
29	KR3 - KROVNA TERASA kata	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	38,30	0,13	0,25	0,77	0,97

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	0,004
2	2.01 Armirani beton	20,000	0,077
3	Cementni estrih u nagibu	5,000	0,031
4	Geotekstil 350 g/m2	0,020	0,001
5	HOMESEAL LDS 200 AluPlus pama brana za ravne krovove	0,020	0,000
6	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof THERMAL	12,000	3,333
7	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	8,000	2,105
8	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,015	0,001
9	Geotekstil 150-200 g/m2	0,020	0,001
10	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	5,000	1,471
11	Geotekstil 150-200 g/m2	0,020	0,001
12	Drenažni sloj (šljunak)	10,000	0,123

Toplinska izolacija i utjecaj na potrebnu energiju za hlađenje



Ako uklonimo izolaciju iz vanjskih zidova, a u krovnoj konstrukciji svedemo na 5,00 cm:

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

Osvježi satni proračun

A [m^2]	1197,93	fo [m^{-1}]	0,72	
Ak [m^2]	352,40	Ak' [m^2]	352,40	
Ve [m^3]	1666,90			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	88431,42			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	250,94	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	61,55	NE ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	3600,96			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	10,22	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	28371,75			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	75,40			
E_{prim} [kWh/a]	42886,88			
E''_{prim} [kWh/(m^2 a)]	121,70	E''_{prim} (max) [kWh/(m^2 a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m^2 K]	1,46	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m^2 K]	0,51	NE ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	1749,03			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	146,25			
Ql [kWh]	152844,98	Qs [kWh]	18237,86	
Qi [kWh]	15435,12	Qg [kWh]	33672,98	

…potrebno je manje energije za hlađenje?!

Toplinska izolacija i utjecaj na potrebnu energiju za hlađenje

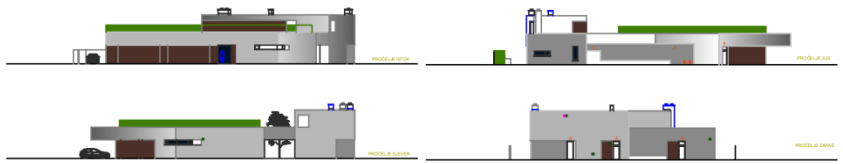
Izvod iz jednog Izvješća o provedenom energetskom pregledu hotela

4.2. MJERA 2. SANACIJA GRAĐEVINSKIH ELEMENATA

Sanacija građevinskih elemenata ovojnice.

U svrhu poboljšanja toplinsko izolacijskih karakteristika vanjske ovojnice zgrada razmatrana je mogućnost sanacije građevinskih elemenata (koji ne zadovoljavaju Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgrada). Zgrade se, zbog osnovne djelatnosti (ugostiteljsko turistička) koriste sezonski pa se iz tog razloga ne griju. Hlade se sve površine objekata. Poboljšanjem toplinsko izolacijskih karakteristika vanjske ovojnice povećala bi se potrošnja energije za potrebe hlađenja, stoga je neisplativo ulaganje u poboljšanja fizikalnih svojstava zgrada.

Toplinska izolacija i utjecaj na potrebnu energiju za hlađenje



Toplinski dobici kroz neprovidne dijelove vanjske ovojnice

Članak 16.

(1) Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje zgrade, $Q_{H,nd}$ (kWh/a), izračunava se u skladu s normom HRN EN ISO 13790:2008, za stvarne klimatske podatke, uz sljedeće uvjete:

– za proračun potrebne toplinske energije za grijanje zgrade $Q_{H,nd}$ (kWh/a), za zgradu s uvedenim sustavom za klimatizaciju za unutarnju temperaturu grijanja, $\theta_{int,set,H}$, primjenjuje se projektom predviđena vrijednost;

– za proračun potrebne toplinske energije za grijanje zgrade $Q_{H,nd}$ (kWh/a), koja nema uveden sustav za klimatizaciju, primjenjuje se unutarnja projektna temperatura grijanja, $\theta_{int,set,H}$, u skladu s Algoritmom, tablica 1.1 unutarnje proračunske temperature;

– za proračun potrebne toplinske energije za grijanje zgrade, $Q_{H,nd}$ (kWh/a), koja nema uveden sustav za klimatizaciju i koja nije navedena u Algoritmu u tablici 1.1 unutarnje proračunske temperature, za unutarnju temperaturu grijanja, $\theta_{int,set,H}$, primjenjuje se projektom predviđena vrijednost;

– svi prekidi grijanja (dnevni i satni), izračunavaju se u skladu s Algoritmom;

– kod zgrada stambene i nestambene namjene izračuni za sustave s nekontinuiranim radom mogu se primijeniti samo u slučaju postojanja elemenata automatske regulacije rada sustava grijanja kojim je omogućen automatski prekid rada tijekom noći;

– unutarnji dobici topline, Q_{int}, računaju se s vrijednošću 6 W/m² ploštine korisne površine grijanog dijela nestambene zgrade, te 5 W/m² ploštine korisne površine grijanog dijela stambene zgrade, što se odnosi na dobitke topline od osoba, rasvjete, kućanskih i uredskih uređaja;

– ostali unutarnji dobici topline od opreme, procesa, odnosno uređaja, trebaju se dodatno uključiti u proračun;

– kod proračuna solarnih dobitaka topline, Q_{sol} ne uzimaju se u obzir neprozirne plohe vanjskih građevnih dijelova koje su izložene sunčevu zračenju, a kod prozirnih površina potrebno je uzeti u obzir zasjenjenost od pomičnog i nepomičnog zasjenjenja kako je navedeno u Algoritmu;

Algoritam:

?

$A_{sol,c}$ – efektivna površina neprozirnog građevnog elementa (zida) na koju upada sunčevo zračenje (m²)

$$A_{sol,c} = \alpha_{S,c} R_{se} U_c A_c \quad [\mathrm{m}^2] \qquad \text{HRN EN 13790 (45)} \qquad (1.69)$$

$\alpha_{S,c}$ – bezdimenzijski apsorpcijski koeficijent zida/krova (-), **Tablica 1.15**;
R_{se} – plošni toplinski otpor vanjske površine zida/krova, R_{se} = 0,04 (m²K)/W, Tablica 3.2;
U_c - koeficijent prolaska topline zida/krova prema (W/(m²K)), vidi poglavlje 3.4;
A_c – projicirana površina zida (m²).

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

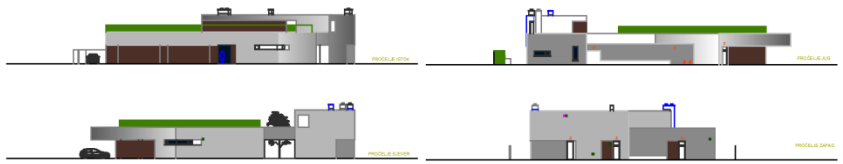
Toplinski tok zračenja k-tog građevnog elementa prema nebu (W);

$$\Phi_{r,k} = R_{se} U_c A_c h_r \Delta\vartheta_{er} \quad [\mathrm{W}] \qquad \text{HRN EN 13790 (46)} \qquad (1.70)$$

h_r – vanjski koeficijent prijelaza topline zračenjem (W/(m²K));
$h_r \approx 5\varepsilon$ (W/(m²K)), koeficijent emisivnosti zida $\varepsilon \approx 0{,}9$, prema HRN EN 13790 pog. 11.4.6;
$\Delta\vartheta_{er}$ – prosječna temperaturna razlika vanjske temperature zraka i temperature neba (K),
$\Delta\vartheta_{er} \approx 10°C$, prema HRN EN pog. 11.4.6.

Toplinska izolacija i utjecaj na potrebnu energiju za hlađenje

Toplinski dobici kroz neprovidne dijelove vanjske ovojnice



02. Površina građevnog dijela	
Dio oplošja	Da
Izostavi iz sol. dobitaka.	Da

02. Površina građevnog dijela	
Dio oplošja	Da
Izostavi iz sol. dobitaka.	**Ne**

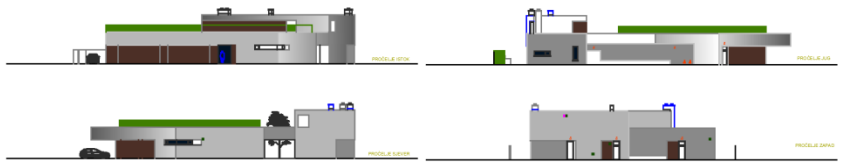
Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje

Osvježi satni proračun

A [m^2]	1197,93	fo [m^{-1}]	0,72	
Ak [m^2]	352,40	Ak' [m^2]	352,40	
Ve [m^3]	1666,90			
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	87016,30			
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m^2 a]	246,92	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	61,55	NE ZADOVOLJAVA
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	6808,94			
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m^2 a]	19,32	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m^2 a]	50,00	ZADOVOLJAVA
E_{del} [kWh/a]	26157,70			
E''_{del} [kWh/(m^2 a)]	74,23			
E_{prim} [kWh/a]	42218,52			
E''_{prim} [kWh/(m^2 a)]	119,80	E''_{prim} (max) [kWh/(m^2 a)]	45,00	NE ZADOVOLJAVA
$H'_{tr,adj}$ [W/m^2 K]	1,46	$H'_{tr,adj}$ (max) [W/m^2 K]	0,51	NE ZADOVOLJAVA
$H_{tr,adj}$ [W/K]	1749,03			
$H_{ve,adj}$ [W/K]	146,25			
Ql [kWh]	152844,98	Qs [kWh]	24622,34	
Qi [kWh]	15435,12	Qg [kWh]	40057,46	

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

A [m²]	1197,93	fo [m⁻¹]	
Ak [m²]	352,40	Ak' [m²]	
Ve [m³]	1666,90		
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	18861,18		
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m² a]	53,52	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m² a]	
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	8309,22		
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m² a]	23,58	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m² a]	



Ukupni toplinski gubici | **Ventilacijski gubici** | Toplinski transmisijski gubici | Ostali toplinski gubici

Karakterističan dan mjeseca: Siječanj

Podaci perioda grijanja
Podaci perioda hlađenja

Rezultati proračuna | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija i protok zraka | Free cooling

Rezultati proračuna | Infiltracija | Prozračivanje | Mehanička ventilacija i protok zraka | Free cooling

Napomene:
* Proračun ventilacijskih gubitaka u slučaju korištenja "Free coolinga" nije sastavni dio "Methodologije provođenja energetskog pregleda zgrada".
* Preporučena vrijednost broja izmjena zraka (n_freecool) je u rasponu od 1 - 3 [h-1]. Maksimalna dozvoljena vrijednost je 10 [h-1].
* Ukoliko se zbog unesene prevelike vrijednosti broja izmjena zraka (n_freecool) pojavi potreba za grijanjem u lipnju, srpnju i kolovozu (koja nije postojala prije uključenja proračuna "Free cooling"), potrebno je smanjiti broj izmjena zraka (n_freecool).

Proračun izmjena zraka uslijed 'free coolinga'

01. Osnovni podaci	
#	1
Uključen 'Free cooling'	**Da**
n free cool	3,00
A	352,40
V A	0,00
V mech,des,C	0,00
V	1266,84

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

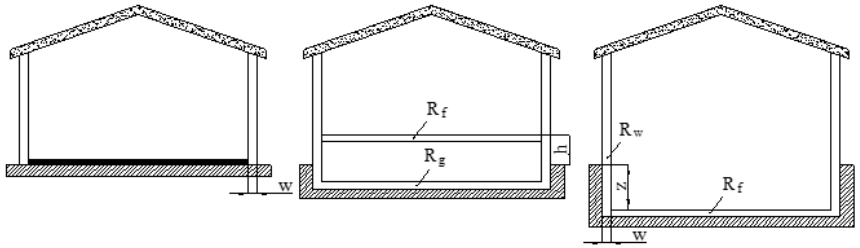
A [m²]	1197,93	fo [m⁻¹]	0,72
Ak [m²]	352,40	Ak' [m²]	352,40
Ve [m³]	1666,90		
$Q_{H,nd}$ [kWh/a]	18861,18		
$Q''_{H,nd}$ [kWh/m² a]	53,52	$Q''_{H,nd}$ (max) [kWh/m² a]	61,55
$Q_{C,nd}$ [kWh/a]	3847,27		
$Q''_{C,nd}$ [kWh/m² a]	10,92	$Q''_{C,nd}$ (max) [kWh/m² a]	50,00

Gubici prema tlu

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

Koeficijent prolaska topline U i koeficijenti H_{pi} i H_{pe} računaju se posebno za četiri različita slučaja (Slika 1.3):

a) pod na tlu
b) pod uzdignut od tla
c) grijani podrum
d) negrijani podrum



a) pod na tlu b) pod uzdignut od tla c) i d) grijani/negrijani podrum

Slika 1.3 Različite izvedbe poda

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 period, H_g, iznosi:

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\vartheta_{int,m} - \vartheta_{e,m}} \quad [W/K] \qquad \text{HRN EN 13370 (A.10)} \qquad (1.20)$$

pri čemu je

Φ_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).

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

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

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

HRN EN 13370 (A.4) (1.22)

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);

$\overline{\vartheta}_{int}$ - srednja godišnja unutarnja temperatura (°C);

$\overline{\vartheta}_e$ - 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 rujan);

$\vartheta_{e,m}$ - 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:

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

HRN EN 13370 (1) (1.23)

gdje je:

A_g - površina poda (m^2);

U - koeficijent prolaska topline između unutarnjeg i vanjskog prostora ($W/(m^2K)$);

P - izloženi opseg poda (m);

ψ_g - duljinski koeficijent prolaska topline za spoj zida i poda (W/(m K)), poglavlje 4.1.

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

Metodologija

5.4.3. Izračun gubitaka prema tlu

Kod izračuna gubitaka prema tlu važno je napomenuti da postoji više modela za izračun gubitaka prema tlu te će se isti u nastavku objasniti.

Pod na tlu se uzima u obzir kada se pod nalazi u kontaktu s tlom, te u tom dijelu ne postoje zidovi koji su ukopani u tlo.

Grijani podrum se koristi kada postoje dijelovi koji su ukopani u tlo. Taj dio nužno ne mora biti grijan već je pomoću njega moguće opisati gubitke prostorija (bilo grijanih ili negrijanih) prema tlu ako su iste dijelom ukopane u tlo (gubici zida prema tlu).

Negrijani podrum se koristi samo kao „negrijana“ prostorija. Preporuča se korištenje ovog modela kada je sigurno da se cijelom svojom površinom prostorija nalazi neposredno ispod grijane prostorije (i naravno u kontaktu s tlom). Ukoliko postoji dio „podruma“ koji se nalazi van gabarita zgrada, tada se definira negrijana prostorija, te se u njoj definiraju gubici.

Pod s međuprostorom se koristi kada je između poda i tla međuprostor zraka. Također se koristi kada nema ukopanih dijelova zidova iznad poda u tlu.

Osnovne dimenzije za izračun gubitaka prema tlu:

A –površina poda prema tlu, [m^2]

P – ukupna dužina vanjskih zidova koji odvajaju grijani prostor od vanjskog okoliša [m] – izloženi opseg poda

z – dubina podruma ispod razine tla, [m]

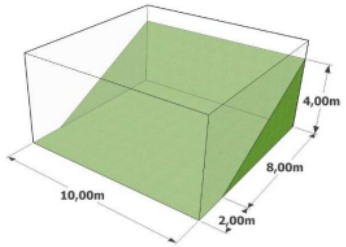
w – ukupna debljina zida, [m]

U nastavku će se prikazati primjeri za izračun gubitaka prema tlu:

Dio zgrade kao na slici 5-8 je djelomično ukopan u teren. Potrebno je odrediti sve parametre za određivanje gubitaka prema tlu za slučaj prikazan na slici.

Na slici su prikazane i dimenzije prostorije. Također radi jednostavnosti izračuna zanemarena je debljina zida „*w*“.

U navedenom slučaju će se kao model gubitaka prema tlu koristiti model grijanog podruma.



Slika 5-8 Gubici prema tlu - kosi teren

Kao prvi korak pri određivanju gubitaka prema tlu potrebno je odrediti površinu poda. U konkretnom slučaju površina poda je neto površina koja graniči s tlom.

$$A = 10{,}00 \cdot 10{,}00 = 100{,}00\ \mathrm{m}^2$$

Kako bi se pravilno izračunali gubici zida prema tlu potrebno je odrediti površinu zida koji graniči s tlom te izloženi opseg poda. U konkretnom slučaju izloženi opseg poda iznosi:

$$P = 10{,}00 \cdot 4 = 40{,}00\ \mathrm{m}$$

Kako bi se kod ovakvog izračuna pravilno uvrstila vrijednost „*z*“ (visina podrumskog zida prema tlu) potrebno je odrediti površinu zida prema tlu te istu podijeliti s izloženim opsegom kao što je prikazano u nastavku:

$$A_{zt} = \frac{8{,}00 \cdot 4{,}00}{2} \cdot 2 + 10{,}00 \cdot 4{,}00 = 72{,}00\ \mathrm{m}^2$$

$$z = \frac{A_{zt}}{P} = \frac{72{,}00\ \mathrm{m}^2}{40{,}00\ \mathrm{m}} = 1{,}80\ \mathrm{m}$$

Nakon određivanja gore navedenih podataka (*A, P, z*) potrebno je uvrstiti debljinu vanjskog zida te linijske gubitke uslijed toplinskog mosta kako bi se do kraja proveo izračun gubitaka prema tlu.

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

Grijani podrum

Građevni dijelovi

#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(max)	
1	VZ1 - vanjski zid - prizemlje	Vanjski zidovi	81,40	1,54	0,30	0,77	0,62	✖
2	VZ2 - vanjski zid - suteren	Vanjski zidovi	43,50	1,22	0,30	0,77	0,69	✖
3	VZ3 - vanjski zid - prizemlje/prema garaži	Zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	24,90	1,35	0,30	0,77	0,66	✖
4	VZ4 - vanjski zid - suteren/sjever	Zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	15,10	1,50	0,30	0,77	0,63	✖
5	VZ5 - vanjski zid - suteren/jug	Vanjski zidovi	2,30	1,69	0,30	0,77	0,58	✖
6	Z1 - zid prema tlu	Zidovi prema tlu	52,90	1,34	0,40	0,84	0,66	✖
7	S strop prema tavanu	Stropovi prema provjetravanom tavanu	100,00	0,65	0,25	0,77	0,84	✖
8	RK - ravni krov iznad ulaza	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	4,50	2,76	0,25	0,77	0,31	✖
9	P - pod na tlu podruma	Podovi na tlu	104,50	2,90	0,40	0,84	0,27	✖
10	MK - međukatna konstrukcija	Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika	104,50	2,04	0,60	-	-	✖

Metodologija

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R	
1	4.05 Drvo - meko - crnogorica	1,000	0,077	✔
2	Neprovjetravan sloj zraka	1,000	0,150	✔
3	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	0,020	✔
4	1.02 Puna opeka od gline	25,000	0,368	✔
5	3.18 Cementni mort	2,000	0,013	✔
6	1.15 Prirodni kamen	3,000	0,021	✔

Podrum

01. Osnovni podaci	
#	1
Zona	**Obiteljska kuća - grijani prostor**
Tip gubitka	Grijani i negrijani podrumi
Vrsta tla	Pijesak, šljunak
Zid	**Z1 - zid prema tlu**
Pod	**P - pod na tlu podruma**
Strop	**MK - međukatna konstrukcija**
Zid iznad nivoa tla	
A	**104,50**
P	**40,70**
B'	5,14
w	29,00
z	**1,50**
02. Toplinski most	
Vrsta toplinskog mosta	**GF1**
Ψ	**Ψe = 0,65**
03. Vrsta podruma	
Vrsta podruma	Grijani podrum
n	0,30
V	250,00
H	1,50
04. Rezultati proračuna	
λ	2,00
Dt	0,83
Dw	1,57
Uf	2,04
Uw	0,00
Ubw	0,00
Rf	0,10
Ubf	0,55
β	1,00
U	0,59
Hpi	106,23
Hpe	54,84
Hg	124,45
Φm	
Hg,m,H	
Hg,m,C	

z
Dubina podruma ispod razine tla [m].

03. Vrsta podruma	
Vrsta podruma	**Negrijani podrum**
n	**0,30**
V	**250,00**
H	**1,50**

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

Tablica 1. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [W/(m2·K)], građevnih dijelova novih zgrada, i nakon rekonstrukcije postojećih zgrada

Redni broj	Građevni dio	U [W/(m²·K)]			
		$\Theta_{int,set,H} \geq 18$ °C		$12°C < \Theta_{int,set,H} < 18$ °C	
		$\Theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C	$\Theta_{e,mj,min} > 3$ °C	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C	$\Theta_{e,mj,min} > 3$ °C
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, zidovi prema provjetravanom tavanu	0,30	0,45	0,50	0,60
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, ostali prozirni elementi ovojnice zgrade	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade (U_g)	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50
5.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,25	0,30	0,40	0,50
6.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0 °C	0,40	0,60	0,90	1,20
7.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,40 1)	0,50 1)	0,65 1)	0,80 1)
8.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom i ostakljene pregrade prema negrijanom ili provjetravanom prostoru	2,00	2,40	2,90	2,90
9.	Stjenke kutija za rolete	0,60	0,80	0,80	0,80
10.	Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovnih prostora i sl.)	0,60	0,80	1,20	1,20
11.	Kupole i svjetlosne trake	2,5	2,5	2,5	2,5
12.	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	3,0	3,0	3,0	3,0

Napomena: $\Theta_{e,mj,min}$ je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade.

1) **Kod podova na tlu zahtjev vrijedi do dubine poda prostorije 5 m od vanjskog zida, zida prema tlu ili negrijanog prostora, osim u slučaju projektiranja podnog grijanja.**

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

Pod na tlu

Pod na tlu

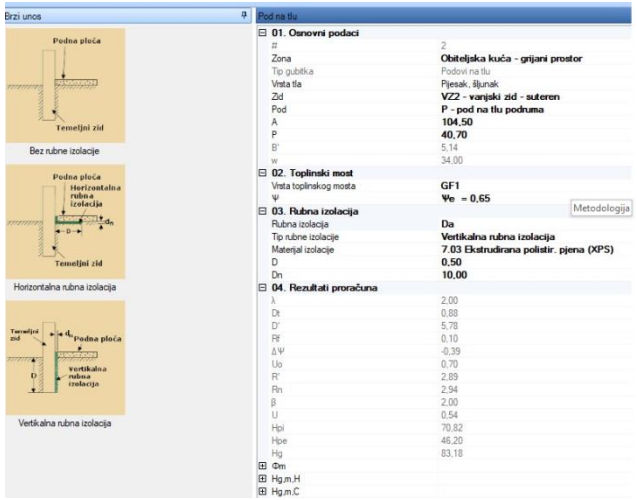
01. Osnovni podaci	
#	2
Zona	**Obiteljska kuća - grijani prostor**
Tip gubitka	Podovi na tlu
Vrsta tla	Pijesak, šljunak
Zid	**VZ2 - vanjski zid - suteren**
Pod	**P - pod na tlu podruma**
A	**104,50**
P	**40,70**
B'	5,14
w	34,00
02. Toplinski most	
Vrsta toplinskog mosta	**GF1**
Ψ	**Ψe = 0,65**
03. Rubna izolacija	
Rubna izolacija	Ne
Tip rubne izolacije	Horizontalna rubna izolacija
Materijal izolacije	Knauf Insulation filc za pregradne zidove TI 140 MP
D	0,00
Dn	0,00
04. Rezultati proračuna	
λ	2,00
Dt	0,88
D'	0,00
Rf	0,10
ΔΨ	0,00
Uo	0,70
R'	0,00
Rn	0,00
β	1,00
U	0,70
Hpi	70,82
Hpe	46,20
Hg	99,23
Φm	
Hg,m,H	
Hg,m,C	

Metodologij

P
Izloženi opseg poda [m].

Prijenos topline prema tlu

#	Tip gubitka	Pod	U	Hg
2	Podovi na tlu	P - pod na tlu podruma	0,70	99,23



Prijenos topline prema tlu

#	Tip gubitka	Pod	U	Hg
2	Podovi na tlu	P - pod na tlu podruma	0,54	83,18

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

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

$$\Phi_m = H_g(\bar{\vartheta}_{int} - \bar{\vartheta}_e) - H_{pi}(\bar{\vartheta}_{int} - \vartheta_{int,m}) + H_{pe}(\bar{\vartheta}_e - \vartheta_{e,m-\beta}) \qquad (1.22)$$

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 rujan);
$\vartheta_{e,m-\beta}$ - vanjska temperatura za proračunski mjesec (m-β) (°C), kad je m-β=0 potrebno je uzeti temperaturu za prosinac, a kad je m-β=-1 potrebno je uzeti temperaturu za studeni;
m - broj mjeseca (od m = 1 za siječanj do m = 12 za prosinac);
β - fazni pomak u mjesecima (Tablica 1.3a).

Tablica 1.3a (HRN EN 13370 Tablica F.2) Fazni pomaci (u mjesecima)

Izvedba poda	β
Pod na tlu, bez rubne izolacije	1
Pod na tlu s unutarnjom vodoravnom rubnom izolacijom	1
Pod na tlu s vertikalnom ili vanjskom rubnom izolacijom	2
Pod uzdignut od tla	0
Grijani/negrijani podrum	1

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

$$H_g = A_g \cdot U + P \cdot \psi_g \quad [W/K] \qquad \text{HRN EN 13370 (1)} \qquad (1.23)$$

ETICS sustavi s težim završnim oblogama

Kamene i keramičke obloge na ETICS sustavima

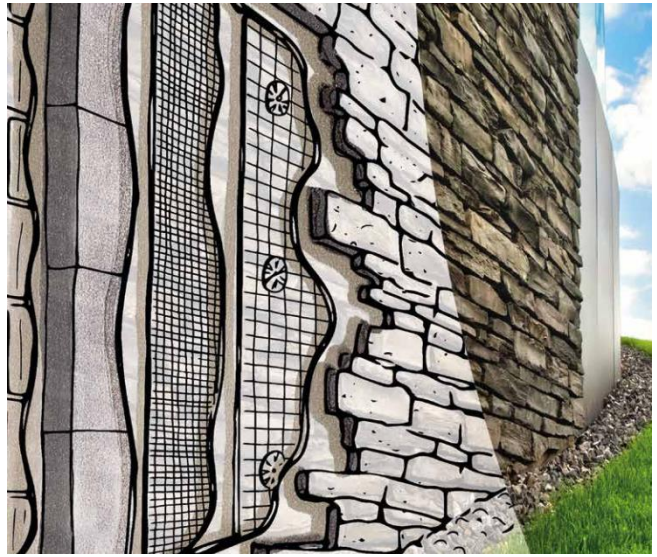
ETICS sustavi s težim završnim oblogama

Kamene i keramičke obloge na ETICS sustavima

HUPFAS

- **površina ploča**: ne smije biti veća od 0,09 m2
- **dimenzije ploča (oblik):** dužina jedne stranice ne smije prelaziti 30 cm, čime se postiže ujednačen termički rad s podlogom u uzdužnom i poprečnom smjeru. Ako je riječ o ekstrudiranim pločama iz grupe A1 (vodoupojnosti ≤3%) koje se koriste kao obloga, dimenzije mogu odstupati od navedenih tako da jedna stranica može biti do 40 cm, s tim da debljina ploče ne smije biti veća od 12 mm.
- **debljina ploča**: ne smije biti veća od 15 mm. Maksimalno dopušteno površinsko opterećenje na podlogu (ukupna težina armaturnog sloja, ljepila za pločice i obloge) ne smije prelaziti 35 kg/m2 .
- **radijus i volumen pora**: preporuka je da leđna strana pločice bude hrapava (promjer pora manji od 0,20 µm, a volumen pora manji od 20 mm3 /g)
- **vodoupojnost** obloge prema HRN EN ISO 10545-3: Keramičke pločice - 3. dio: Određivanje upijanja vode, prividne poroznosti, prividne relativne gustoće i volumena mase ne smije prelaziti 6% za obloge koje se postavljaju na izolacijske ploče od EPS-a i 3 % za obloge koje se postavljaju na izolacijske ploče od mineralne vune.

Vrste sustava	Klinker pločice	Mozaik	Keramičke pločice	Umjetni kamen	Prirodni kamen
Izgled površine					
Težina sustava	do 50 kg/m²			do 103 kg/m²	



Smjernice proizvođača

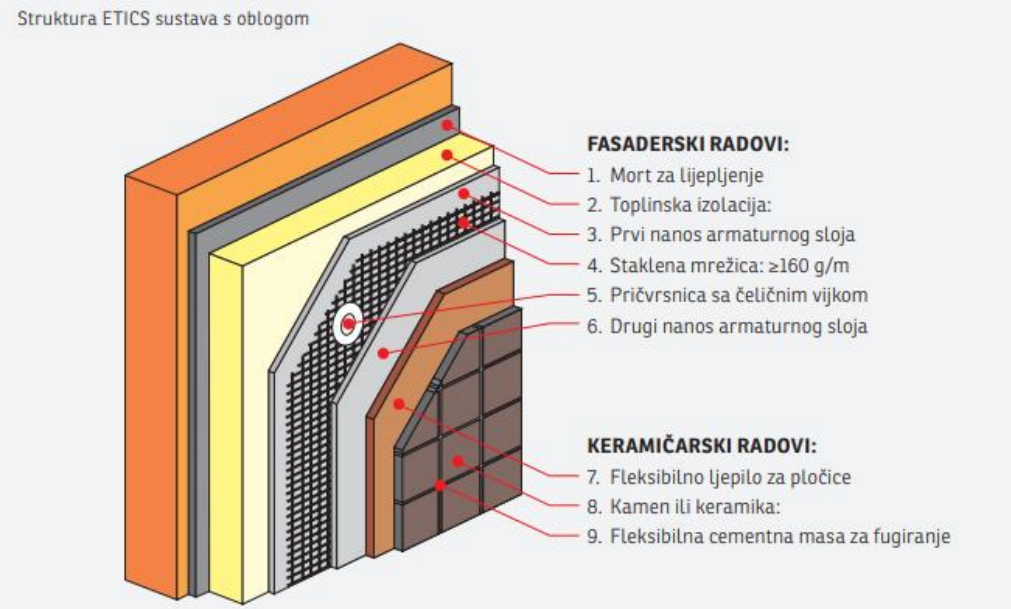
U skladu sa standardom udio površine fuga bi morao iznositi min. 6 % i po mogućnosti ne biti manji od 8 mm, uz iznimku pločica malog formata (kao npr. Mozaik). Iz toga proizlazi da površine pločica ne smiju biti veće od 1200 cm² te da je kod izduženijih formata pločica potrebno izbjegavati duljine veće od 60 cm.

….

Toplinsko-izolacijski sustavi na vanjskom čvrstom zidu za oblaganje tvrdim oblogama od 4–1200 cm² ukupne težine sustava* do maks. 103 kg/m² (≤ 1,05 kN/m2).

ETICS sustavi s težim završnim oblogama

Kamene i keramičke obloge na ETICS sustavima

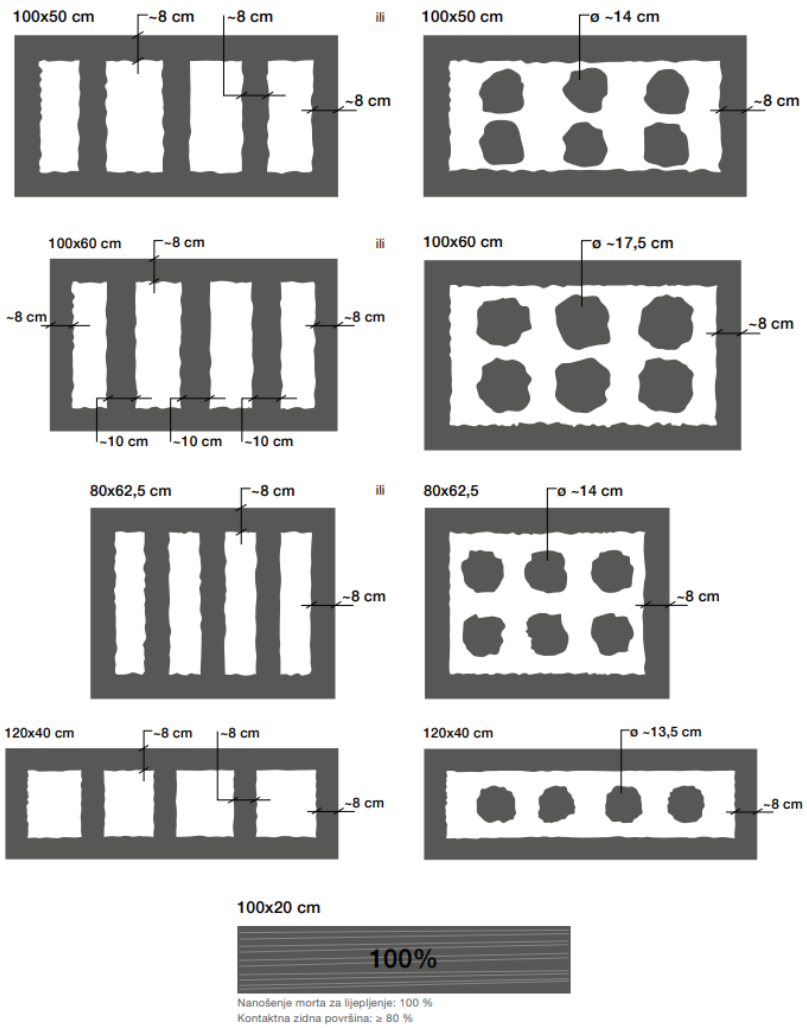


- minimalna pokrivenost ploče ljepilom nakon pritiska ploče na podlogu iznosi 60 %!
- najveća dopuštena debljina toplinske izolacije je 20 cm.
- Postavljanje pričvrsnica kod ETICS sustava s kamenom ili keramičkom oblogom uvijek se provodi tako da je rozeta pričvrsnice iznad staklene mrežice, tj. postavlja se neposredno nakon utiskivanja mrežice u svježi prvi nanos morta za armiranje. Pričvrsnica mora biti isključivo s čeličnim vijkom (npr. EJOT STR U) promjera rozete ≥60 mm. Kako bi se težina obloge mogla učinkovito prenijeti u podlogu, duljina sidrenja čeličnog vijka mora biti, ovisno o vrsti podloge, od 25 do 65 mm, odnosno prema propisu proizvođača
- Broj pričvrsnica po kvadratnom metru određuje se s obzirom na opterećenje vjetrom u skladu s HRN EN 1991-1-4. Minimalni broj pričvrsnica je 6 kom./m2, a maksimalni 12 kom./m2

ETICS sustavi s težim završnim oblogama

Kamene i keramičke obloge na ETICS sustavima

Primjeri lijepljenja na raznim dimenzija ploča kako bi se postigla potrebna površina kontakta ljepila od 60 % ili 80 % na zidu:



ETICS sustavi s težim završnim oblogama

HVALA!

Silvio Novak, dipl.ing.građ.
silvio.novak@knaufinsulation.com