



Radni nalog: 29108803
Broj: 29-780/06

Proizvod: Porozirana šuplja opeka *Unipor 38Z*

Naručitelj: IGM Ciglana Cerje Tužno d.o.o.
Hrvatskih pavlina 41
HR-42250 Lepoglava

Izvršitelj: INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE d.d.
ZAVOD ZA ZGRADARSTVO
10000 ZAGREB
J. Rakuše 1

RAČUNSKO ODREĐIVANJE

vrijednosti U , koeficijenta prolaza topline, za neožbukani zid od porozirane šuplje opeke s produžnim/toplinskim mortom

Voditelj zadatka: Robert Vukić, arhitekt dipl.ing. GradDipl(AA)
specijalist za okoliš i energiju u arhitekturi

Zagreb, 27.07.2006.

INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE d.d.
ZAVOD ZA ZGRADARSTVO
Direktor:

mr.sc. Željko Štromar, dipl.ing.grad.

**PRORAČUN TOPLINSKO-IZOLACIJSKIH SVOJSTAVA OPEKE PREMA NORMI
HRN EN 1745:2003**

Projekt:	Opeka UNIPOR 38Z, zid s produžnim / toplinskim mortom
Naručitelj:	IGM Ciglanica Cerje Tužno d.o.o.
Adresa:	Hrvatskih pavlina 41, HR-42250 Lepoglava
Telefon:	(098) 335 319
Osoba za vezu:	G. Miro Hanžek
Izveštaj o spitivanju:	Br. 2920-387/06
Odgovorna osoba:	Robert Vukić

TEMELJNI PARAMETRI ZA PRORAČUN

Ukupna gustoća stijenke opeke: **1,790** [kg/dm³] prema Izveštaju o ispitivanju

Faktor vlažnosti stijenke opeke: **7** [%] ÖN 3200 točka 5.9.1.

$\lambda_{10, \text{suho}} =$ **0,399** [W/(mK)] HRN ISO 8301:1998

$\lambda_{7\%} =$ **0,427** [W/(mK)] ÖN 3200 točka 5.9.1.

$\lambda_{-14^\circ} =$ **0,396** [W/(mK)] HRN EN 10456:1998

$\lambda_{\text{rač}} =$ **0,424** [W/(mK)] HRN EN 10456:1998

$\Delta T =$ **34** [K] temperaturna razlika

$R_{si} =$ **0,125** [(m²K)/W] unut. otpor povr. prijel. topl.

$R_{se} =$ **0,04** [(m²K)/W] vanj. otpor povr. prijel. topl.

Geometrija opeke: **D = 0,380** [m]

Š = 0,239 [m]

V = 0,238 [m]

Obrazac MS

za proračun toplinsko-izolacijskih svojstava opeka

Ovaj proračun se temelji na izmjerenim vrijednostima opeke prema normi HRN ISO 8301:1998 u skladu s Izvještajem o ispitivanju br.:

2920-387/06

- (1) Ime i adresa ispitne ustanove:

Institut građevinarstva Hrvatske d.d.
Zavod za zgradarstvo - Laboratorij građevinske fizike
Ulica Janka Rakuše 1
HR-10000 Zagreb

- (2) Ime i adresa eksperta za proračun:

Institut građevinarstva Hrvatske d.d.
Zavod za zgradarstvo – Odjel za projektiranje i građevinsku fiziku
Robert Vukić, dipl.ing.arh. GradDipl(AA)
Ulica Janka Rakuše 1
HR-10000 Zagreb

- (3) Broj eksperta:

—

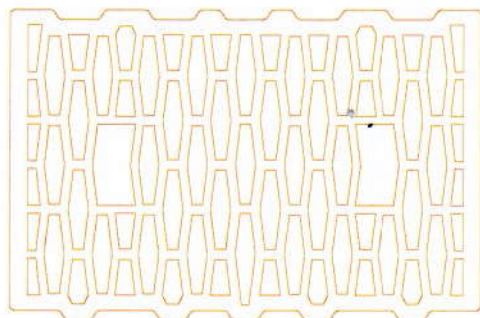
- (4) Podnositelj zahtjeva za proračun:

g. Miro Hanžek

- (5) Tvrtka:

IGM Ciglane Cerje Tužno d.o.o.

- (6) Prikaz opeke:



- (7) Nazivne dimenzije opeke (m):

$d \times \check{s} \times v$ **0,380 × 0,239 0,238**

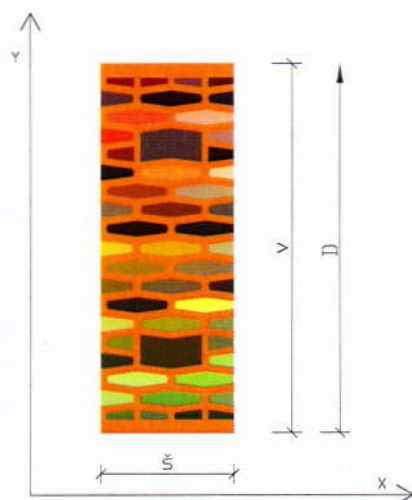
- (8) Definicija vrste, trgovački naziv i slično:

Porozirana šuplja opeka *Unipor 38Z*

- (9) Ukupne prosječne dimenzije (mm):
 $d \times \check{s} \times v$ $_ \times _ \times _$
- (10) Prosječna masa (kg):
16,4
- (11) Prosječna gustoća stijenke (kg/m³):
1790
- (12) Proračunska vrijednost toplinske provodljivosti (W/(mK)):
 - stijenke: **0,424**
 - zračne šupljine: **prema HRN EN ISO 6946:2002**
 - srednjeg dijela opeke: **0,146**
 - spoja opeke: **0,202**
- (13) Vrsta morta:
Produžni (vapneno-cementni) mort podaci tvrtke „Baumit“
Toplinski mort
- (14) Gustoća morta (kg/m³):
1850 – rodužni mort podaci tvrtke „Baumit“
650 – toplinski mort
- (15) Projektna vrijednost toplinske provodljivosti morta (W/(mK)):
0,80 – produžni mort podaci tvrtke „Baumit“
0,19 – toplinski mort
- (16) Rezultati proračuna za neožbukani zid:
 produžni mort:
 - jednakovrijedna toplinska provodljivost s točnošću od 3 decimalna mjesta: **0,204**
 - toplinski otpor s točnošću od 2 decimalna mjesta: **1,87**
 - vrijednost U s točnošću od 2 decimalna mjesta: **0,49**

 toplinski mort:
 - jednakovrijedna toplinska provodljivost s točnošću od 3 decimalna mjesta: **0,160**
 - toplinski otpor s točnošću od 2 decimalna mjesta: **2,37**
 - vrijednost U s točnošću od 2 decimalna mjesta: **0,39**

REZULTAT RAČUNALNOG PRORAČUNA – SREDNJI DIO OPEKE

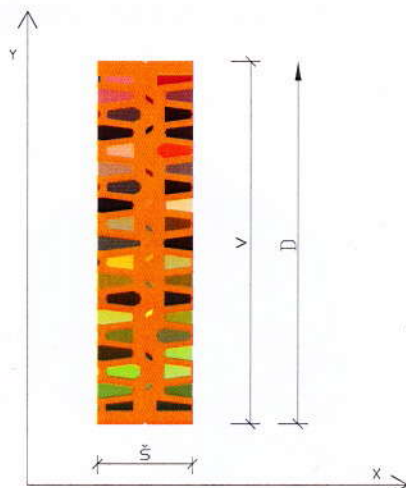


\dot{s} =	0,139	[m]	ravnina simetrije u smjeru x
v =	0,380	[m]	ravnina simetrije u smjeru y
d_{opeke} =	0,380	[m]	duljina opeke u smjeru toplinskog toka

TERMODINAMIČKI PRORAČUN – SREDNJI DIO OPEKE

q =	1,7100	[W/m]	toplinski tok prema proračunu
L_{2D} =	0,0503	[W/(mK)]	topl. provodljivost prema HRN EN 1745:2005 $L_{2D} = \frac{q}{\Delta T}$
U =	0,3618	[W/(m ² K)]	koef. prolaza topline prema HRN EN 1745:2005 $U = \frac{L}{w}$
R_T =	2,7637	[(m ² K)/W]	ukupni topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_T = \frac{1}{U}$
R_t =	2,5987	[(m ² K)/W]	topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_t = R_T - R_{si} - R_{se}$
λ_{equ} =	0,1462	[W/(mK)]	prorač. vrijed. prema HRN EN 1745:2005 $\lambda_{\text{equ}} = \frac{d_{\text{pr. skici}}}{R_t}$
D =	2,5987	[(m ² K)/W]	neožbukana opeka bez ležajnica i sudarnica
U =	0,3618	[W/(m ² K)]	neožbukana opeka bez ležajnica i sudarnica

REZULTAT RAČUNALNOG PRORAČUNA – SPOJ OPEKA



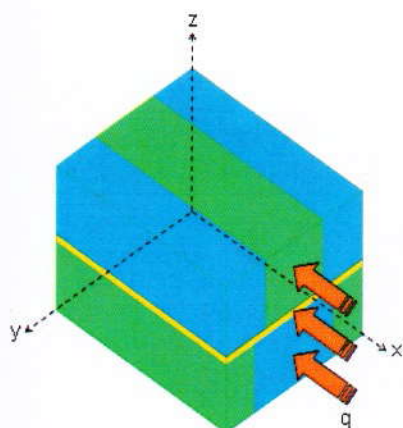
\bar{s} =	0,100	[m]	ravnina simetrije u smjeru x
v =	0,380	[m]	ravnina simetrije u smjeru y
d_{opeke} =	0,380	[m]	duljina opeke u smjeru toplinskog toka

TERMODINAMIČKI PRORAČUN – SPOJ OPEKA

q =	1,6640	[W/m]	toplinski tok prema proračunu
L_{2D} =	0,0489	[%]	topl. provodljivost prema HRN EN 1745:2005 $L_{2D} = \frac{q}{\Delta T}$
U =	0,4894	[W/(m ² K)]	koef. prolaza topline prema HRN EN 1745:2005 $U = \frac{L}{w}$
R_T =	2,0433	[(m ² K)/W]	ukupni topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_T = \frac{1}{U}$
R_t =	1,8783	[(m ² K)/W]	topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_t = R_T - R_{si} - R_{se}$
λ_{equ} =	0,2023	[W/(mK)]	prorač. vrijed. prema HRN EN 1745:2005 $\lambda_{\text{equ}} = \frac{d_{\text{pr.skici}}}{R_t}$
D =	1,8783	[(m ² K)/W]	neožbukana opeka bez ležajnica i sudarnica
U =	0,4894	[W/(m ² K)]	neožbukana opeka bez ležajnica i sudarnica

REZULTAT RAČUNALNOG PRORAČUNA - ZID

GEOMETRIJSKI UVJETI



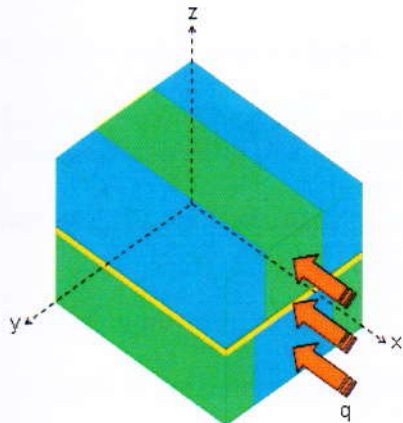
$\lambda_{\text{morta}} =$	0,800	[W/(mK)]	VCM (vapneno-cemetni mort)
$\check{s} =$	0,380	[m]	ravnina simetrije u smjeru x
$d =$	0,239	[m]	ravnina simetrije u smjeru y
$v =$	0,250	[m]	ravnina simetrije u smjeru z
$d_{\text{opeke}} =$	0,380	[m]	duljina opeke u smjeru toplinskog toka
$P =$	0,05975	[m ²]	površina u smjeru prodiranja topline

TERMODINAMIČKI PRORAČUN – Produžni mort

$q =$	1,0000	[W]	toplinski tok prema proračunu
$L_{3D} =$	0,0294	[W/K]	topl. provodljivost prema HRN EN 1745:2005 $L_{3D} = \frac{q}{\Delta T}$
$U =$	0,4923	[W/(m ² K)]	koef. prolaza topline prema HRN EN 1745:2005 $U = \frac{L}{A}$
$R_T =$	2,0315	[(m ² K)/W]	ukupni topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_T = \frac{1}{U}$
$R_t =$	1,8665	[(m ² K)/W]	topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_t = R_T - R_{si} - R_{se}$
$\lambda_{\text{equ}} =$	0,2036	[W/(mK)]	prorač. vrijed. prema HRN EN 1745:2005 $\lambda_{\text{equ}} = \frac{d_{\text{pr.skici}}}{R_t}$
$D =$	1,87	[(m ² K)/W]	neožbukano, sudarnice i ležajnice povezane mortom
$U =$	0,49	[W/(m ² K)]	neožbukano, sudarnice i ležajnice povezane mortom

REZULTAT RAČUNALNOG PRORAČUNA - ZID

GEOMETRIJSKI UVJETI



$\lambda_{\text{morta}} =$	0,800	[W/(mK)]	VCM (vapneno-cemetni mort)
$\check{s} =$	0,380	[m]	ravnina simetrije u smjeru x
$d =$	0,239	[m]	ravnina simetrije u smjeru y
$v =$	0,250	[m]	ravnina simetrije u smjeru z
$d_{\text{opeke}} =$	0,380	[m]	duljina opeke u smjeru toplinskog toka
$P =$	0,05975	[m ²]	površina u smjeru prodiranja topline

TERMODINAMIČKI PRORAČUN – Toplinski mort

$q =$	0,8000	[W]	toplinski tok prema proračunu
$L_{3D} =$	0,0235	[W/K]	topl. provodljivost prema HRN EN 1745:2005 $L_{3D} = \frac{q}{\Delta T}$
$U =$	0,3938	[W/(m ² K)]	koef. prolaza topline prema HRN EN 1745:2005 $U = \frac{L}{A}$
$R_T =$	2,5394	[(m ² K)/W]	ukupni topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_T = \frac{1}{U}$
$R_t =$	2,3744	[(m ² K)/W]	topl. otpor prema HRN EN 1745:2005 $R_t = R_T - R_{si} - R_{se}$
$\lambda_{\text{equ}} =$	0,1600	[W/(mK)]	prorač. vrijed. prema HRN EN 1745:2005 $\lambda_{\text{equ}} = \frac{d_{\text{pr.skici}}}{R_t}$
$D =$	2,37	[(m ² K)/W]	neožbukano, sudarnice i ležajnice povezane mortom
$U =$	0,39	[W/(m ² K)]	neožbukano, sudarnice i ležajnice povezane mortom

Područje važenja proračuna

Vrijednosti građevnog materijala i geometrija modela su u ovom slučaju preuzeti izravno iz proizvođačevih podataka. Proračun važi samo za navedene vrijednosti u skladu s navedenim izvještajem o ispitivanju i nije dopušteno koristiti ih za slične geometrije opeke.

Korišten računalni program

Točnost računalnog programa korištenog za proračun je provjerena pomoću primjera za provjeru navedenih u normi HRN EN 1745:2003.

Korišten je paket računalnih programa PHYSIBEL, moduli Bisco i Trisco.

Korištene norme i propisi

Za izradu proračuna su korištene slijedeće norme i propisi:

Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN br. 79/05)

HRN EN 1745:2003 - Zidovi i proizvodi za zidanje - Metode određivanja računskih toplinskih vrijednosti (EN 1745:2002)

HRN EN ISO 6946:2002 - Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrada - Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline - Metoda proračuna (ISO 6946:1996; EN ISO 6946:1996)

HRN EN ISO 10456:2002 Toplinska izolacija - Građevni materijali i proizvodi - Određivanje nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:1999; EN ISO 10456:1999)

ÖNORM B 3200 Opeka za zidanje – Zahtjevi i ispitivanja – Razredba i označavanje – Dopunske odredbe uz ÖNORM EN 771-1 - točka 5.9.1.

Datum: 27.07.2006.



Zagreb, 2006-05-15

IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU BR. 2920-387/06

Naručilj: IGM Ciglana Cerje Tužno d.o.o., Ulica hrvatskih pavlina 41, 42250 Lepoglava
Radni nalog: 29208802
Ponuda: 29-10-206360/06 od 8. srpnja 2005.
Proizvođač: IGM Ciglana Cerje Tužno d.o.o., Ulica hrvatskih pavlina 41, 42250 Lepoglava
Građevni proizvod: Stijenka opeke UNIPOR
Datum zaprimanja uzorka: 2006-03-20
Mjesto ispitivanja: Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Zavod za zgradarstvo, Laboratorij građevinske fizike, Janka Rakuše 1, HR-10000 Zagreb
Laboratorijska oznaka uzorka: LGF 085/06
Ispitana svojstva: toplinska provodnost

Voditelji ispitivanja:

Zlatko Francić

Voditelj laboratorija:

dr. sc. Ivica Kušević, dipl. ing. fizike



Izveštaj broj: 2920-387/06

Opis uzorka za ispitivanje

Predmetom ispitivanja bili su ispitni uzorci izrađeni iz stijenki opeke UNIPOR.

- izmjere ispitnog uzorka (jedna stijenka): 190 mm x 245 mm x 7,2 mm

- gustoća ispitnog uzorka: 1790 kg·m⁻³

Zadaća

Ispitati toplinsku provodnost stijenki opeke UNIPOR.

Datum pripreme ispitnih uzoraka

Ispitne uzorke izradio je naručitelj ispitivanja neposredno prije dostave istih.

Nadnevak ispitivanja

Prije ispitivanja toplinske provodnosti ispitni uzorci su isušeni na temperaturi od 105 °C.

Mjerenje toplinske provodnosti provedeno je od 1. do 05. travnja 2006.

METODA ISPITIVANJA i MJERNA OPREMA

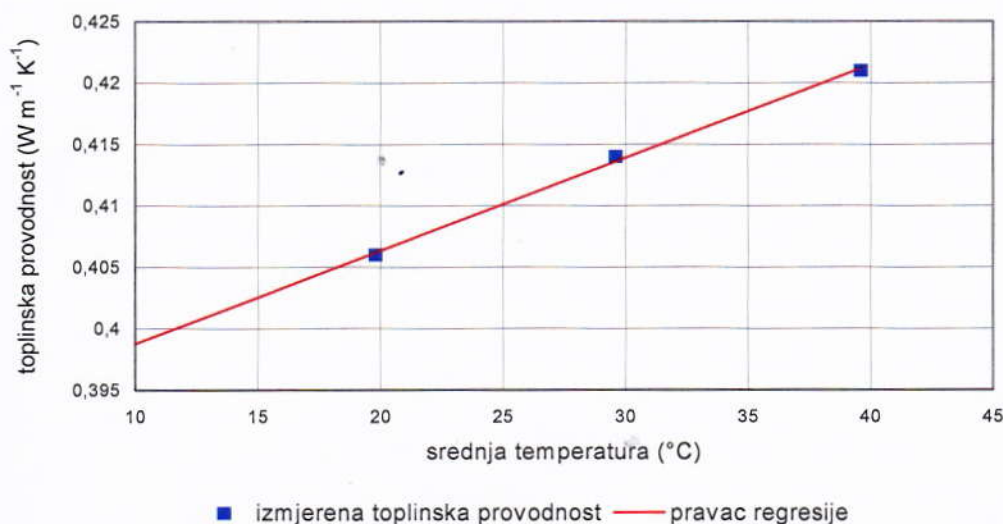
Metoda ispitivanja: HRN ISO 8301:1998.

Mjerna oprema:

- *mjerni uređaj TLP-900/5, horizontalne orijentacije, proizvođač: "TAURUS" - Njemačka, izrađen u skladu s HRN ISO 8302:1998 i EN 1946-2:1999,
- * mjerni otpornici Pt-100 i termočlanci tip K, DEGUSSA,
- * toplinski tokomjeri umjereni u LGF, IGH, Zagreb, oznake: U2-01, U2-03, U2-27 i U1-03.
- * mjerni sustav DMM 196 Keithley, s pretraživačem Mod. 706, sa sučeljem IEEE-488 i s karticom model 7064 i
- * računalo, Compaq LTE 5150.

REZULTATI ISPITIVANJA

Dijagram ovisnosti toplinske provodnosti stijenki opeke UNIPOR (laboratorijska oznaka uzorka LGF 085/06).



Jednadžba pravca regresije: $\lambda = 0,000757 \cdot \vartheta_{sr} + 0,3912$ (W·m⁻¹·K⁻¹)

Izvještaj broj: 2920-387/06

Tablica mjernih rezultata:

naziv veličine	jedinica	mjerna točka		
		1	2	3
Srednja temperatura toplije strane uzoraka ϑ_1	°C	24,3	34,1	44,0
Srednja temperatura hladnije strane uzoraka ϑ_2	°C	15,3	25,1	34,8
Srednja temperatura uzoraka ϑ_{sr}	°C	19,8	29,6	39,6
Srednja temperaturna razlika $\vartheta_1 - \vartheta_2$	K	9,0	9,0	9,2
Gustoća toplinskog toka q	Wm ⁻²	38,2	39,6	41,3
Srednja toplinska provodnost λ	WK ⁻¹ m ⁻¹	0,406	0,414	0,421
Srednja toplinska provodnost pri +10,0 °C u suhom stanju, λ_{10}	WK ⁻¹ m ⁻¹	0,399		

Dobiveni rezultati ispitivanja, odnose se samo na ispitani uzorak stijenki od opeke UNIPOR (laboratorijske oznake uzorka LGF 085/06).

Iskazana toplinska provodnost ispitnog uzorka pri +10 °C (u suhom stanju), nije računaska vrijednost toplinske provodnosti.

Mjerna nesigurnost iskazane vrijednosti toplinske provodnosti λ_{10} , uz statističku sigurnost od 95 %, (k=2) manja je od 8 %.