



Ministarstvo ekonomije / Sektor za energetske efikasnosti

**Obuka o upravljanju energijom i
energetskoj efikasnosti**

Energetska efikasnost zgrada (omotač zgrade - proračun)

Pripremljeno pod okriljem projekta
“Tehnička pomoć za implementaciju Sporazuma o energetske zajednici”
Projekat koji finansira EU i kojim upravlja
Delegacija Evropske unije u Crnoj Gori
TA-EnCT projekat implementira EXERGIA (vođa projekta), Mercados, Kantor

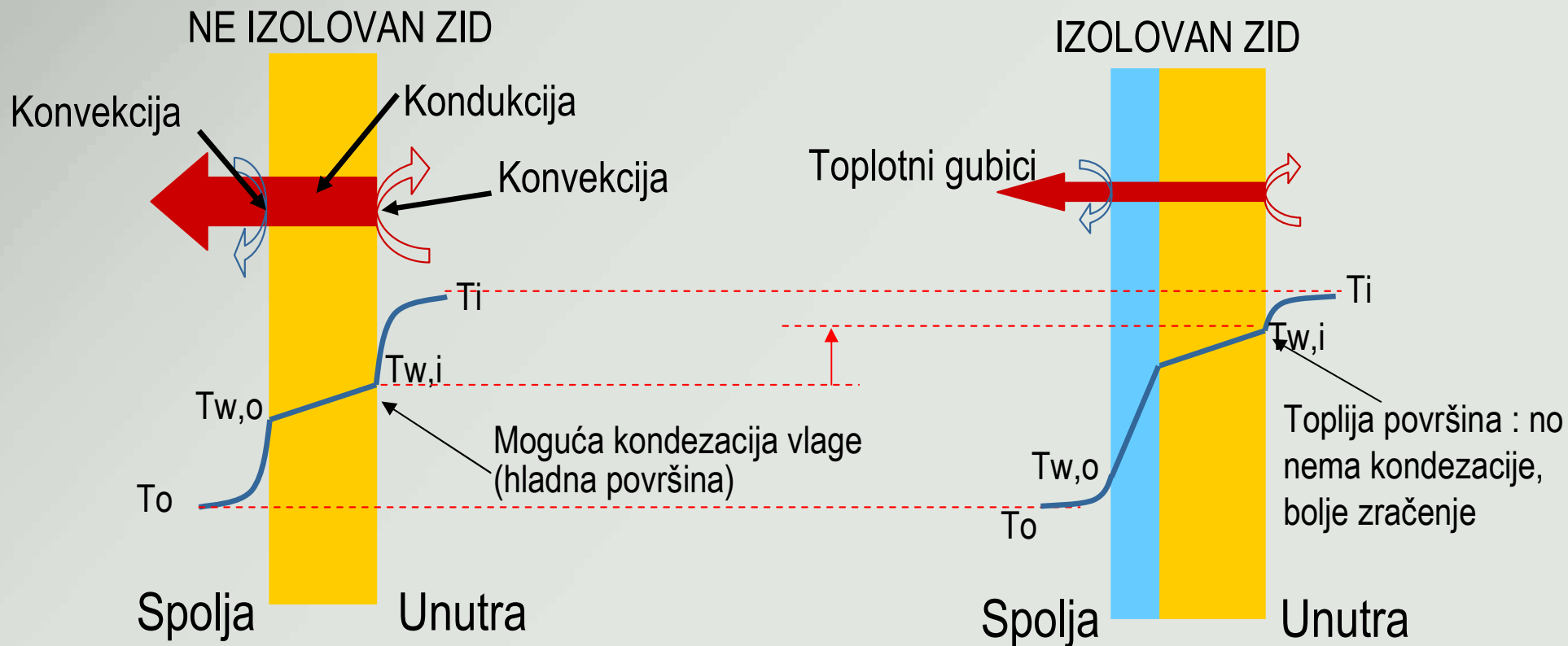
SADRŽAJ

Transfer toplote – U vrijednost

Približni proračun energije grijanja koristeći stepen dane



Transfer toplote kroz zidove



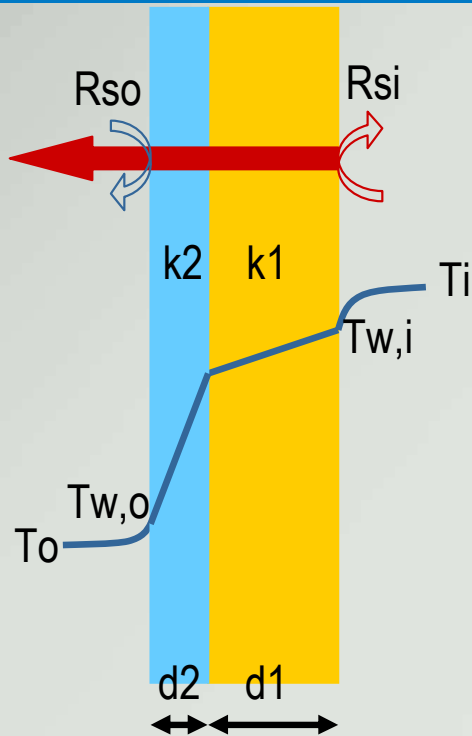
k-vrijednost: Toplotna provodnost materijala $W/(m \cdot ^\circ C)$

U-vrijednost: Koeficijent prolaza toplote $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ (bolja niža *U-vrijednost*).

R-vrijednost: Toplotna otpornost $(m^2 \cdot ^\circ C/W)$ $R=1/U$



Proračun U-vrijednosti



Sloj 1: $k_1, d_1 \rightarrow R_1 = k_1/d_1$

Sloj 2: $k_2, d_2 \rightarrow R_2 = k_2/d_2$

Ukupno R_i (zida) $\rightarrow \text{Sum}(R_i) = R_1 + R_2$

Otpornost unutrašnje površine: R_{si}

Otpornost spoljašnje površine: R_{so}

U-vrijednost $\rightarrow U = 1/[\text{Sum}(R_i) + R_{si} + R_{so}]$

k-vrijednost: Toplotna provodnost materijala $W/(m \cdot ^\circ C)$ (bolja niža k-vrijednost).

U-vrijednost: Koeficijent prolaza toplote $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ (bolja niža U-vrijednost).

R-vrijednost: Toplotna otpornost ($m^2 \cdot ^\circ C/W$) $R = 1/U$



Element zgrade 1: Spoljašni zid (opeka bez i sa termoizolacijom)

Sloj	Debljina sloja		Toplotna provodnost	Toplotna otpornost	
	Slučaj	SLUČAJ A	SLUČAJ B	SLUČAJ A	SLUČAJ B
Oznaka	(d)	(d)	(k)	($R_i=d/k$)	($R_i=d/k$)
Jedinica	m	m	W/m°C	m² °C/W	m² °C/W
Malter	0,025	0,025	0,87	0,029	0,029
Opeka	0,2	0,2	0,52	0,385	0,385
<i>Termoizolacija</i>		<i>0,05</i>	<i>0,035</i>		<i>1,429</i>
Malter	0,025	0,025	0,87	0,029	0,029
Otpornost elementa	R= Sum (Ri)		m² °C/W	0,44	1,87
Otpornost unutrašnje površine	Rsi		m² °C/W	0,12	0,12
Otpornost spoljašnje površine	Rso		m² °C/W	0,04	0,04
Koeficijent prolaza toplote	U vrijednost		W/m² °C	1,66	0,49

$$U=1/[\text{Sum (Ri)}+ R_{si}+R_{so}]$$

Smanjenje 70%



Element zgrade 2: Armirani beton sa i bez termoizolacije

Sloj	Debljina sloja		Toplotna provodnost	Toplotna otpornost	
	Slučaj	SLUČAJ A		SLUČAJ B	SLUČAJ A
Oznaka	(d)	(d)	(k)	($R_i=d/k$)	($R_i=d/k$)
Jedinica	m	m	$W/m^{\circ}C$	$m^2 \text{ }^{\circ}C/W$	$m^2 \text{ }^{\circ}C/W$
Malter	0,025	0,025	0,87	0,029	0,029
Opeka	0,25	0,25	2,03	0,123	0,123
<i>Termoizolacija</i>		<i>0,05</i>	<i>0,035</i>		<i>1,429</i>
Malter	0,025	0,025	0,87	0,029	0,029
Otpornost elementa	R= Sum (R_i)		$m^2 \text{ }^{\circ}C/W$	0,18	1,61
Otpornost unutrašnje površine	R_{si}		$m^2 \text{ }^{\circ}C/W$	0,12	0,12
Otpornost spoljašnje površine	R_{so}		$m^2 \text{ }^{\circ}C/W$	0,04	0,04
Koeficijent prolaza toplote	U vrijednost		$W/m^2 \text{ }^{\circ}C$	2,94	0,57

Smanjenje 80%



Proračune prosječne U-vrijednosti zida od opeke sa betonskom konstrukcijom

Prosječna U-vrijednost	Zid	Beton	Prosjek
SLUČAJ A - (bez izolacije)			
U vrijednost (W/m².°C)	1,66	2,94	2,04
% površine	70	30	
SLUČAJ B - (sa izolacijom)			
U vrijednost (W/m².°C)	0,49	0,57	0,51
% površine	70	30	



Proračun ukupnog prosječnog koeficijenta prolaza toplote (U)

Međunarodna literatura i regulativa za zgrade propisuju tipične vrijednosti za:

- k -vrijednost konstrukcije i izolacionih materijala
- Tipične U -vrijednosti za prozore (staklo i okvire)
- R -vrijednost za termalnu otpornost spoljašnje i unutrašnje površine (zidovi, plafoni i sl.)
- Korekcionni koeficijenti npr. za granične površine prema zatvorenom negrijanom prostoru ($c=0,5$), ispod zatvorenog neizolovanog potkrovlja ($c=0,8$) i sl.

Ukupna prosječna U -vrijednost je:

$$U_m = [U_1 \cdot F_1 \cdot c_1 + U_2 \cdot F_2 \cdot c_2 + \dots + U_n \cdot F_n \cdot c_n] / \text{Sum}(F)$$

F_i : površina elementa

U_i : U -vrijednost elementa

c_i : korekcionni koeficijent (ako je potreban)



Proračun projektnih toplotnih gubitaka (tradicionalna DIN metoda)

Toplotni gubici kroz omotač prostora (bitno kod projektovanja) se računaju na bazi:

- Spoljne projektne temperature (T_o) (ili projektne temperature prilagođene negrijanom prostoru)
- Unurašnje projektne temperature (T_i)
- U- vrijednosti elemenata (U_i) u $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
- Površine elemenata (F_i) u m^2

$$Q_F = \text{Sum}\{U_i * F_i * (T_i - T_o)\} / 1000 \text{ u kW}$$

Ovo može biti korigovano sa koeficijentima vezanim za orijentaciju, izloženost vjetru, načinu grijanja (kontinualno, sa prekidima) itd.

Ovome treba dodati gubitke ventilacije:

$$Q_v = V * AC * (T_i - T_o) * r * c_p / 3600 \text{ u kW}$$

- V = grijana zapremina (m^3)
- AC = broj izmjena vazduha na sat
- r = gustina vazduha ($1.2045 \text{ kg}/m^3$)
- c_p = specifični kapacitet vazduha ($1.00045 \text{ kJ}/\text{kg.K}$)

$$Q_{total} = Q_F + Q_v \text{ u kW}$$

Toplotna snaga kotla = Q_{total} * sigurnosna granica



Primjer: Grube kalkulacije toplotnih gubitaka kroz omotač

Element zgrade	Površina m ²	U-vrijednost W/(m ² K)	Razlika temp. °C	Toplotni gubici W
Spoljašnji zidovi	216,84	2,01	20,0	8.695
Prozori	42,68	6,10	20,0	5.207
Vrata	2,42	3,84	20,0	186
Ravan krov	82,26	2,07	20,0	3.409
Pod na terenu	82,26	3,46	10,0	2.844
Gubici kroz omotač				20.341



Primjer: Grube kalkulacije ventilacije i ukupni gubici

Opis	Jedinica	Vrijednost
Grijana zapremina	m ³	503
Broj izmjena vazduha na čas	-/h	0,6
Projektovana razlika temperatura	°C	20,0
Gustina vazduha	kg/m ³	1,2045
Specifični toplotni kapacitet vazduha	kJ/(kgK)	1,00045
Ventilacioni gubici (projektovani)	W	2.022

Ukupni maksimalni (projektovani) gubici (W)=22.363



Proračun projektovanog opterećenja hlađenja (Carrier – Ashrae metoda)

Proračun opterećenja hlađenja osim unutrašnje i spoljašnje projektne temperature, U-vrijednosti elemenata (U_i), površine elemenata i ventilacije, uzima u obzir:

- Detaljni meteorološki podaci (satni podaci za tipične dane)
- Solarni dobici kroz prozore itd.
- Solarni dobici kroz zidove itd.
- Boja površine omotača
- Termalne mase elemenata
- Unutrašnji dobici (ljudi, osvjetljenje, uređaji).



Novi razvoj u proračunu zahtjeva grijanja i hlađenja (u skladu sa EPBD Direktivom)

Standardi za proračun zahtjeva grijanja su poboljšani na način koji uključuje:

- Proračun ukupnih energetske potrebe u skladu sa namjenom i korišćenjem zgrade
- Solarne dobitke **tokom zime** i ljeta
- Uticaj bioklimatskih sistema i obnovljivih izvora energije
- Unutrašnji toplotni dobici i tokom zime i tokom ljeta
- Detaljniji proračun u vezi sa orijentacijom i izloženošću zgrade uticaju vjetra
- Kvalitetu opreme i sistema za grijanje/hlađenje (postojanje sertifikata)
- Uticaj automatike/regulacije itd.



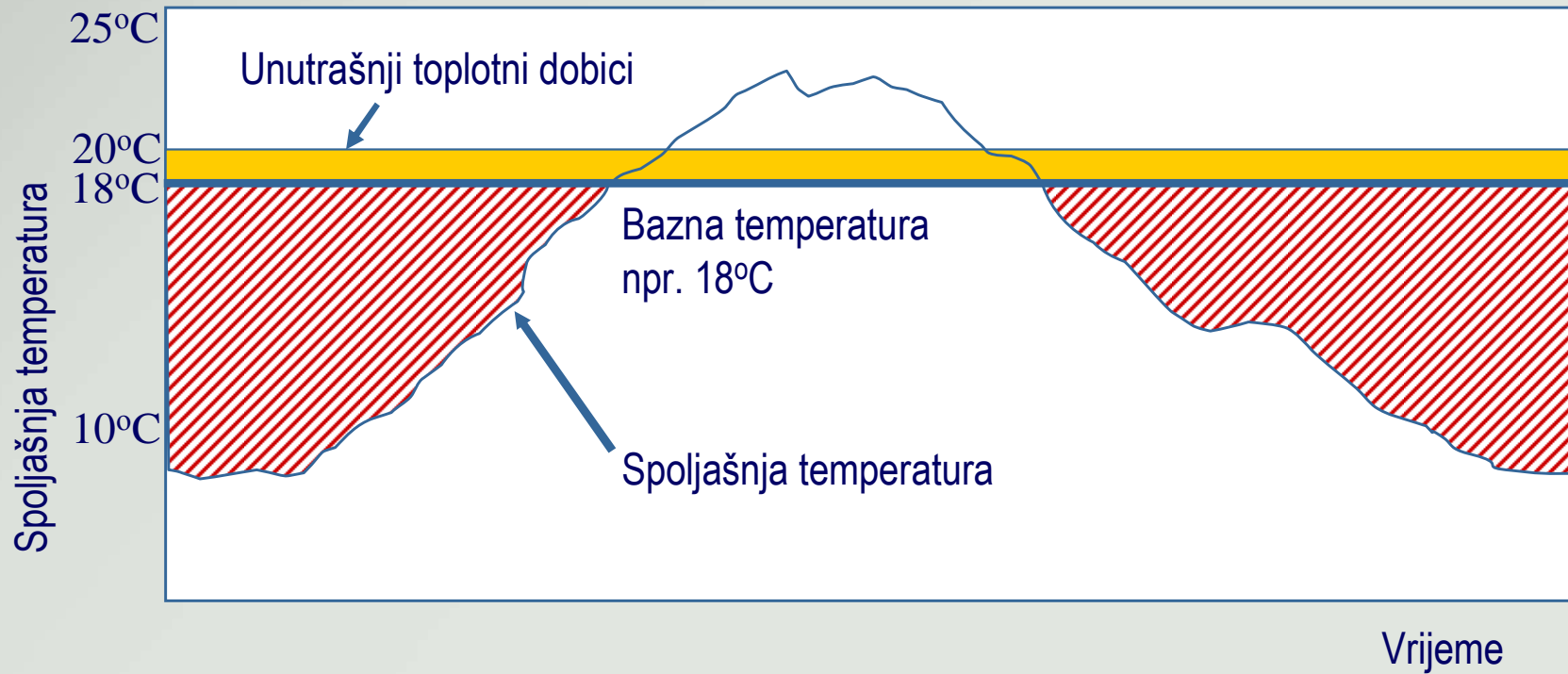
SADRŽAJ

Transfer toplote - U vrijednost

Približan proračun energije grijanja koristeći stepen dane



Stepen dani grijanja



Toplotne potrebe pokrивene sistemom grijanja
Ova oblast predstavlja stepen dana grijanja



Stepen dani – Nikšić (2003)

Prosječna mjesečna temp. (°C)		Bazna temp. (°C)	Dani	SD grijanja
Jan	3,4	18	31	452,6
Feb	-1,2	18	28	537,6
Mar	5,4	18	31	390,6
Apr	8,8	18	30	276
Maj	18,4	18	31	
Jun	21,6	18	30	
Jul	23,1	18	31	
Avg	24,2	18	31	
Sep	15,7	18	30	69
Okt	10,5	18	31	232,5
Nov	8,7	18	30	279
Dec	3,3	18	31	455,7
UKUPNO				2693

Precizniji proračun stepen dana može se izvesti na prosječnim dnevnim temperaturama



Korišćenje stepen dana za procjenu potrošnje grijanja (primjer neizolovane kuće)

Opis	Jedinica	Vrijed.
Izračunati ukupni gubici (pri projektnoj temperaturi)	W	22.363
Grijana zapremina	m ³	503
Projektna razlika temperatura	°C	20,0
Specifični toplotni gubici	W/m ³ °C	2,2
Stepen dani (bazna temp. 18 °C)	°C.dana	2693
Dnevno radno vrijeme	h/dan	10
Koficijent prekida grijanja		1,05
Koeficijent orijentacije		1
Energetske potrebe	kWh	31291
COP klima uređaja (prosječni)		2,4
Potrošnja električne energije	kWh	13038

$$=22363 \text{ W} / (503 \text{ m}^3 \cdot 20 \text{ °C})$$

$$=2693 \text{ °C.dana} \cdot 10 \text{ h/dan} \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 503 \text{ m}^3$$

$$=31291 \text{ kWh} / 2,4$$



Korišćenje stepen dana za procjenu potrošnje grijanja (primjer neizolovane kuće)

Opis	Jedinica	Vrijed.
Izračunati ukupni gubici (pri projektnoj temperaturi)	W	8.272
Grijana zapremina	m ³	503
Projektna razlika temperatura	°C	20,0
Specifični toplotni gubici	W/m ³ °C	0,82
Stepen dani (bazna temp. 18 °C)	°C.dana	2693
Dnevno radno vrijeme	h/dan	10
Koficijent prekida grijanja		1,05
Koeficijent orijentacije		1
Energetske potrebe	kWh	11695
COP klima uređaja (prosječni)		2,4
Potrošnja električne energije	kWh	4873

63% uštede



Pouzdanost proračuna sa stepen danima

Proračun potrošnje energije za grijanje prostora koristeći stepen dane obezbjeđuje grube, ali prilično pouzdane rezultate.

Korišćenje stepen dana hlađenja za procjenu opterećenja hlađenja nije jednako dobar metod. Na ovaj način se ne uzimaju u obzir dobici od zračenja.

Ipak, stepen dani hlađenja predstavljaju pouzdan indikator za poređenje opterećenja hlađenja iste zgrade kroz više godina.



Diskusija...

