



Тематско поглавље 12

Методологија прорачуна потребне годишње енергије

Проф. др Милош Бањац

Садржај презентације

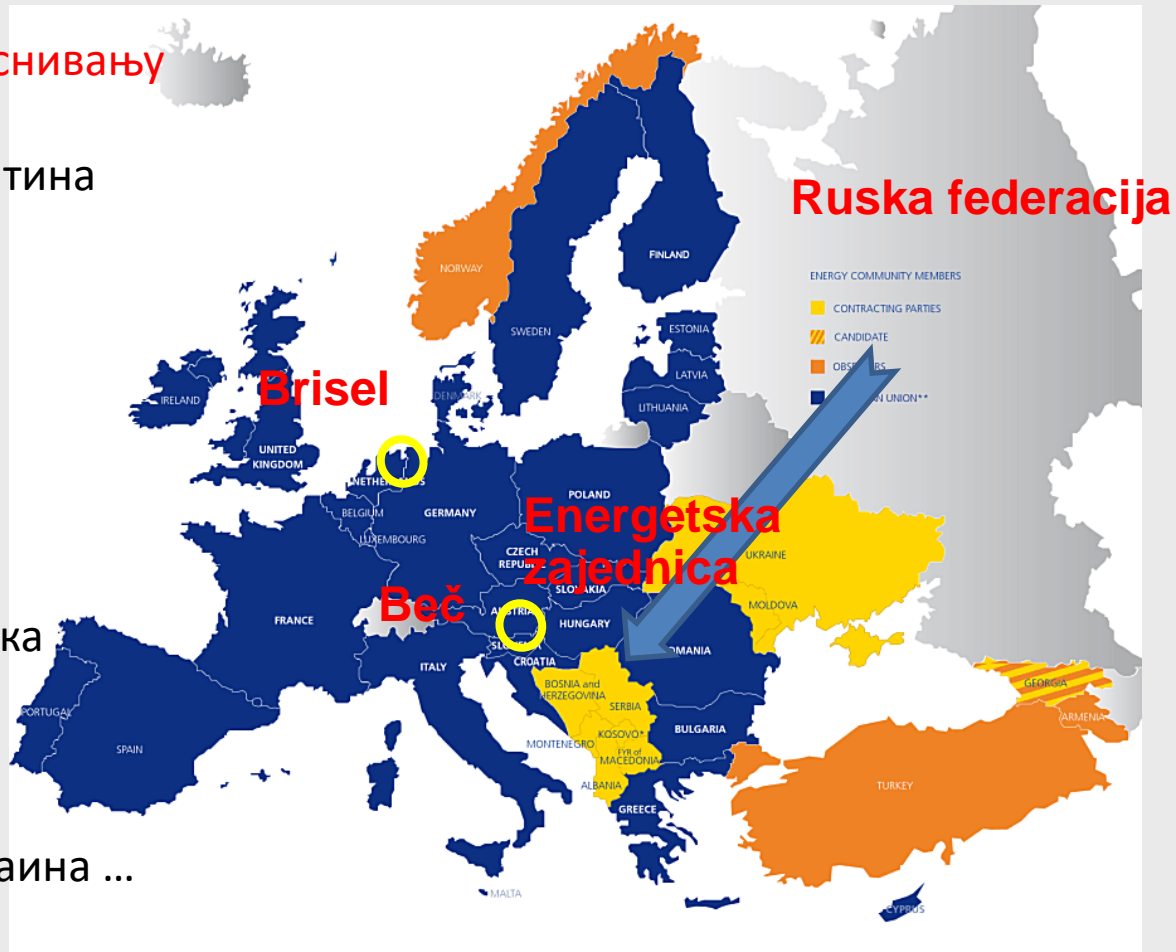
1. Уводна разматрања - стандарди подршке имплементацији Директиве 2010/31/EU
2. Методе прорачуна годишње потребне енергије која се троши у згради
3. Потребна годишња финална енергија за грејање
4. Потребна годишња енергија за припрему СТВ
5. Испоручена и примарна енергија
6. Годишња емисија CO₂

1. Увод

Енергетска политика Србије

2005 - потписан Уговор о оснивању
Енергетске заједнице;
2006 - ратификовала га Скупштина
Републике Србије

Потписнице уговора су:
Европска комисија (ЕУ) и
Албанија,
Босна и Херцеговина,
Хрватска,
Бивша Југословенска Република
Македонија,
Србија,
УМНИК,
Црна Гора ... Молдавија и Украина ...
Грузија



Директива о енергетским својствима зграда - законски оквир

- Република Србија је преузела обавезу увођења Европских Директива у национално законодавство потписивањем уговора са Енергетском Заједницом
- Директиве: 2006/32/ЕС, **2010/31/EU (Директива о енергетским својствима зграда)** ,2010/30/EU
- Одлуком Министарског Савета ЕЗ постављен је рок за државе чланице (30.06.2012.)

Директива о енергетским својствима зграда 2010/31/EU

- Потрошњу енергије у зградама потребно је минимизирати тако да не дође до нарушавања услова комфора
- EPBD - како би се одредила економска вредност очувања енергије у зградама (EPBD - 2002/91/EC; EPBD Recast - Directive 2010/31/EU) (*Energy performance of buildings directive*)
- **Стандарди** - помоћ имплементацији EPBD
- **Јединствена методологија прорачуна индикатора енергетске ефикасности**
- **Финална и примарна енергија**
- **Енергетски разреди за зграде**

Измене директиве

- 2018. године EPBD **2010/31/EU** измењена је као део пакета Чиста енергија за све Европљане. Конкретно, Директива о измени Директиве о енергетским својствима зграда (**2018/844 / EU**) уводи нове елементе и шаље снажан политички сигнал о посвећеност ЕУ модернизацији грађевинског сектора у светлу технолошких побољшања и повећања обнова зграда.
- Циљ је да се спроведе нов талас обнове јавних и приватних зграда, као део европског “**Green Deal-a**”.

Измене директиве

- од 31. децембра 2018. све нове јавне зграде већ морају бити готово нулте потрошње енергије “*nearly zero-energy buildings*“ (NZEB)
- од 31. децембра 2020. све нове зграде морају бити зграде готово нулте потрошње енергије (NZEB)
- сертификати о енергетским својствима морају се издати када се зграда продаје или изнајмљује и морају се успоставити шеме инспекције система грејања и климатизације

Директива о енергетским својствима зграда

EPBD 2010/31/EU

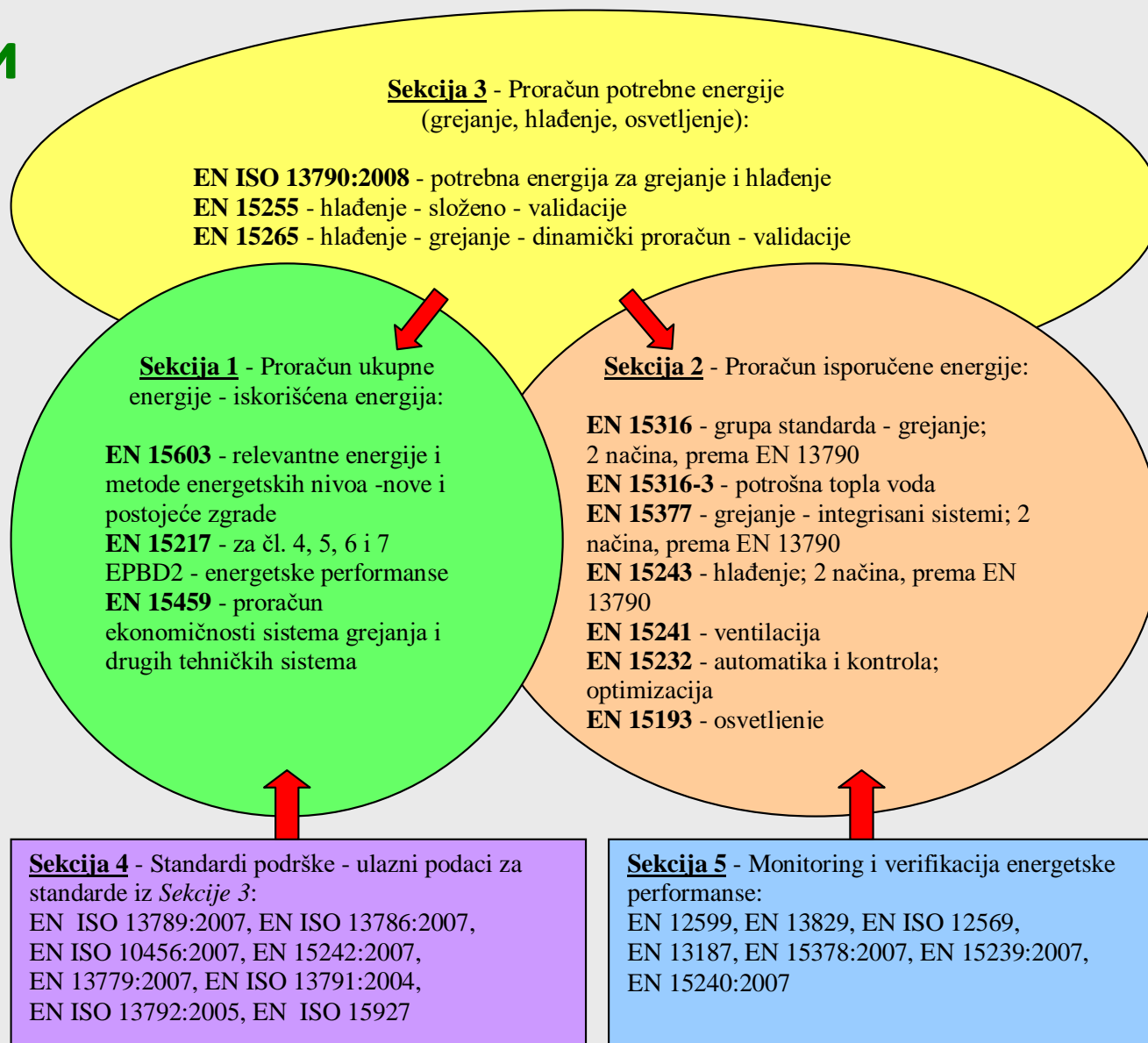
- Зграда: покривена конструкција која има зидове и у којима се енергија троши за одржавање унутрашње климе,
- Енергетска својства зграде укључују **стварну или прорачунату потрошњу енергије за задовољење различитих потреба везаних за стандардну употребу зграде (грејање, хлађење, вентилација, топла вода, осветљење)**
- Ова количина треба да буде исказана **једним или више** нумеричких **индикатора**, узимајући у обзир: изолацију, карактеристике инсталација, климатске податке, изложеност сунцу, утицај околних објеката, сопствену производњу енергије, и унутрашњу климу (**kWh/m²god**)

Директива о енергетским својствима зграда

Основна три елемента EPBD су:

- Избор **методологије** за прорачун енергетских перформанси зграде (подршка група CEN стандарда)
- Шема **инспекције** над енергетском опремом у зградама (котлови, системи централног грејања и централне климатизације...)
- Енергетски преглед (**Energy Audit**) и издавање сертификата за зграде

Стандарди



2. Методе прорачуна

Методологија прорачуна

- Стандард СРПС ЕН ИСО 13790:2010 је повучен још 2017. године. Ипак, наш правилник се и даље позива на њега иако стандард не важи?! Све сертификације се и даље раде према њему.

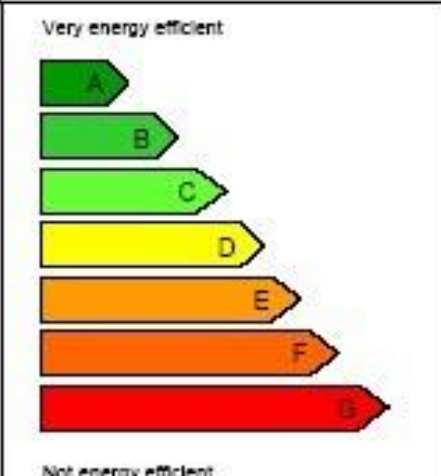
Нови стандарди који су донети као замена су:

- СРПС ЦЕН ИСО/ТР 52016-1:2017
Енергетске перформансе зграда – Енергија потребна за грејање и хлађење, унутрашње температуре и осетна и латентна топлотна оптерећења – Део 1: Поступци прорачуна
- СРПС ЦЕН ИСО/ТР 52016-2:2017
Енергетске перформансе зграда – Енергија потребна за грејање и хлађење, унутрашње температуре и осетна и латентна топлотна оптерећења – Део 2: Објашњење и образложење за ИСО 52016-1 и ИСО 52017-1

Енергетски сертификат

Један од примера:

- Две ознаке, једна за пројектовано а једна за **стварно стање - измерено** (EN 15 217, EN 15603)
- **Додатне информације** (потребна примарна енергија, емисија CO₂..)
- **Препоруке за унапређење стања** (списак мера - почевши од економски најисплативије)

Energy certificate	Building Energy Performance		As built	In use
	Space to make reference to the certification scheme used		Asset rating	Operational rating
			C	D
	Units used		indicated	measured
	kWh / m ²		130	170
Space to include additional information on building energy consumption				
Administrative information: address of the building, conditioned area date of validity certifier name and signature...				

Енергетски сертификат - примери

Хрватска

Energetski сертификат za stambene zgrade			
	Zgrada <input type="checkbox"/> nova <input checked="" type="checkbox"/> postojeća		
	Vrsta zgrade: A – stambena zgrada		
	K.č. k.o.: 3009/1 k.o. Stenjevec; Nadzemni volumen oznake B		
	Adresa: Savska opatovina 32-34		
	Mjesto: Zagreb, Gradska četvrt Stenjevec		
	Vlasnik / investitor: EUROYACHTING d.o.o., Zagreb, Ogrizovićeva 41		
	Izvođač: Građenjeinvest d.o.o., Zagreb		
	Godina izgradnje: 2008/2009		
	prema Direktivi 2002/91/EC		Izračun
$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m ² a)	34	
A+	≤ 15		
A	≤ 25		
B	≤ 50		
C	≤ 100		
D	≤ 150		
E	≤ 200		
F	≤ 250		
G	> 250		
Podaci o osobi koja je izdala energetski sertifikat			
Ovlaštena fizička osoba			
Ovlaštena pravna osoba: Zavod za integralnu kontrolu d.o.o.			
Imenovana osoba: Vinko Vukadinović, dipl.ing.strojarstva			
RegistarSKI broj ovlaštene osobe: P-35/2010			
Broj energetskog sertifikata: P_35_2010_002_A			
Datum izdavanja/rok važenja: 22.04.2011/22.04.2021			
Potpis:			
Podaci o zgradi			
A _K [m ²): 5664,00			
V _e [m ³): 17700,00			
f ₀ [m ⁻¹): 0,26			
H _{tr,adj} [W/(m ² K)): 0,64			

Energetski сертификат za nestambene zgrade			
	Zgrada <input type="checkbox"/> nova <input checked="" type="checkbox"/> postojeća		
	Vrsta zgrade: B.1.2. Nestambena zgrada – Fakultetska zgrada		
	K.č.6601/1 k.o. Osijek;		
	Adresa: Cara Hadrijana b.b.		
	Mjesto: Osijek		
	Vlasnik / investitor: Elektrotehnički Fakultet Osijek		
	Izvođač:Obnoviteljski radovi 2009-2010 Gradnja Osijek i Eko gradnja Darda		
	Godina izgradnje: 1890-ih		
	prema Direktivi 2002/91/EC		Izračun
$Q_{H,nd,rel}$	%	77,01	
A+	≤ 15		
A	≤ 25		
B	≤ 50		
C	≤ 100		
D	≤ 150		
E	≤ 200		
F	≤ 250		
G	> 250		
Podaci o osobi koja je izdala energetski sertifikat			
Ovlaštena fizička osoba: -			
Ovlaštena pravna osoba: Tehno-razvoj d.o.o.			
Imenovana osoba: Hrvoje Horvatin, dipl. ing. el.			
RegistarSKI broj ovlaštene osobe P-68/2010			
Broj energetskog sertifikata: P_68_2010_004_B.1.2.			
Datum izdavanja/rok važenja: 04.05.2011 / 04.05.2021			
Potpis			
Podaci o zgradi			
A _K [m ²): 2 937;20			
V _e [m ³): 14 596,44			
f ₀ [m ⁻¹): 0,27			
H _{tr,adj} [W/(m ² K)): 0,79			
Q'' _{H,nd,ref} [kWh/(m ² a)): 67,41			

Енергетски сертификат - примери

Велика Британија

Display Energy Certificate

How efficiently is this building being used?

A Government Dept
12th & 13th Floor
Jubilee House
High Street
Anytown
A1 2CD

Certificate Reference Number:
1234-1234-1234-1234

This certificate indicates how much energy is being used to operate this building. The Operational Rating is based on meter readings of all the energy actually used in the building. It is compared to a benchmark that represents performance indicative of all buildings of this type. There is more advice on how to interpret this information on the Government's website www.communities.gov.uk/epbd.

Energy Performance Operational Rating

This tells you how efficiently energy has been used in the building. The numbers do not represent actual units of energy consumed; they represent comparative energy efficiency. 100 would be typical for this kind of building.

More energy efficient

A 0-25

B 26-50

C 51-75

D 76-100

100 would be typical

E 101-125 108

F 126-150

G Over 150

Less energy efficient

Total CO₂ Emissions

This tells you how much carbon dioxide the building emits. It shows tonnes per year of CO₂.

Month	Electricity	Heating	Renewables
Mar 2005	~280	~20	~0
Apr 2006	~250	~20	~0
Apr 2007	~220	~20	~0

Technical information

This tells you technical information about how energy is used in this building. Consumption data based on actual readings.

Main heating fuel: Gas
Building Environment: Air Conditioned
Total useful floor area (m²): 2927
Asset Rating: 92

	Heating	Electrical
Annual Energy Use (kWh/m ² /year)	126	129
Typical Energy Use (kWh/m ² /year)	120	95
Energy from renewables	0%	20%

Administrative information

This is a Display Energy Certificate as defined in SI2007:991 as amended.

Assessment Software: OR v1
Property Reference: 891123775612
Assessor Name: John Smith
Assessor Number: ABC12345
Accreditation Scheme: ABC Accreditation Ltd
Employer/Trading Name: Energy/Watch Ltd
Employer/Trading Address: Alpha House, New Way, Birmingham, B2 1AA
Issue Date: 12 May 2007
Nominated Date: 01 Apr 2007
Valid Until: 31 Mar 2008

Related Party Disclosure: Energy/Watch are contracted as energy managers. Recommendations for improving the energy efficiency of the building are contained in Report Reference Number 1234-1234-1234-1234.

Previous Operational Ratings

This tells you how efficiently energy has been used in this building over the last three accounting periods

Month	Operational Rating
Mar 2005	153
Apr 2006	133
Apr 2007	108

Energy Performance Certificate for dwellings

Energy Performance Certificate

Address of dwelling and other details

100 Any Street, Anyvillage, Anywhere, XY1 ZZ	Dwelling type: <i>[e.g. Detached house]</i> Name of protocol organisation: <i>[if applicable, otherwise N/A]</i> Membership number: <i>[if applicable, otherwise N/A]</i> Date of certificate: Total floor area: Main type of heating and fuel: <i>[e.g. air-source heat pump, electric]</i>
---	---

This dwelling's performance rating(s)

This dwelling has been assessed using the *[insert methodology calculator tool e.g. SAP]*. Its performance is rated in terms of the energy use per square metre of floor area, energy efficiency based on fuel costs* and environmental impact based on carbon dioxide (CO₂) emissions. Carbon dioxide is a greenhouse gas that contributes to climate change.

Energy Efficiency Rating*

Energy efficiency - lower running costs	Current	Potential
(92-100) A		<i>[insert revised rating]</i>
(81-91) B		
(69-80) C		
(55-68) D		
(39-54) E	<i>[insert existing rating]</i>	
(21-38) F		
(1-20) G		
<i>Not energy efficient - higher running costs</i>		

Scotland EU Directive 2002/91/EC

Environmental Impact (CO₂) Rating

Very environmentally friendly - lower CO ₂ emissions	Current	Potential
(92-100) A		<i>[insert revised rating]</i>
(81-91) B		
(69-80) C		
(55-68) D		
(39-54) E	<i>[insert existing rating]</i>	
(21-38) F		
(1-20) G		
<i>Not environmentally friendly - higher CO₂ emissions</i>		

Scotland EU Directive 2002/91/EC

The energy efficiency rating* is a measure of the overall efficiency of a home. The higher the rating the more energy efficient the home is and the lower the fuel bills are likely to be.

The environmental impact rating is a measure of a home's impact on the environment in terms of carbon dioxide (CO₂) emissions. The higher the rating the less impact it has on the environment.

Approximate current energy use per m² of floor area: *[insert in kWh/m² per year]*

Approximate current CO₂ emissions: *[insert in kg/m² per year]*

Cost effective improvements

Below is a list of lower cost measures that will raise the energy performance of the dwelling to the potential indicated in the table(s) above.

1. *[e.g. Fit 100% low energy lighting]*
- 2.
- 3.

N.B. THIS CERTIFICATE MUST BE AFFIXED TO THE DWELLING AND NOT BE REMOVED UNLESS IT IS REPLACED WITH AN UPDATED VERSION

[A full energy report is appended to this certificate]*

* Requirement for dwellings subject to 'Single Survey' - optional for Scottish building regulations

Енергетски сертификат - примери

Немачка

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erstellt am: _____ Aushang

Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie		Gebäudfoto (freiwillig)
Adresse		
Gebäudeteil		
Baujahr Gebäude		
Baujahr Wärmeerzeuger		
Baujahr Klimaanlage		
Nettogrundfläche		

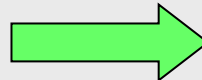
Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

Dieses Gebäude: _____ kWh/(m²·a)

Aufteilung Energiebedarf

- Kühlung einschl. Befeuchtung
- Lüftung
- Eingebaute Beleuchtung
- Warmwasser
- Heizung

Aussteller: _____ Unterschrift des Ausstellers: _____



ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 14.06.2019 Aushang

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Deutscher Bundestag / Parlamentsgebäude	
Sonderzone(n)		
Adresse	Platz der Republik 1, 11011 Berlin	
Gebäudeteil	Reichstagsgebäude	
Baujahr Gebäude	1894	
Baujahr Wärmeerzeuger	1998	
Baujahr Klimaanlage	1998	
Nettogrundfläche	40.047 m ²	

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

Dieses Gebäude: 270,9 kWh/(m²·a)

Aufteilung Energiebedarf

- Kühlung einschl. Befeuchtung
- Lüftung
- Eingebaute Beleuchtung
- Warmwasser
- Heizung

Aussteller: _____ Fraunhofer _____ Megawatt _____
 15.06.2009 Datum
 Dr. Sülzweg Erkau Schäfer
 Unterschrift des Ausstellers

Енергетски сертификат - примери

Аустроја

Energieausweis für Wohngebäude
gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG OIB Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	<input type="text"/>	Erbaut	<input type="text"/>
Gebäudezone	<input type="text"/>	Katastralgemeinde	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>	KG-Nummer	<input type="text"/>
PLZ/Ort	<input type="text"/>	Einlagezahl	<input type="text"/>
Eigentümer	<input type="text"/>	Grundstücksnummer	<input type="text"/>

HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

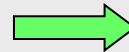
HWB-ref = 57,09 kWh/m²a

ERSTELLT

Ersteller	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text"/>
Organisation	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

EA-01-2006-SW-a 1
EA-WG
08.10.2006



Energieausweis für Wohngebäude
gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG OIB Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	Mehrfamilienreiheneckhaus	Erbaut	1976
Gebäudezone	Eigentumswohnung	Katastralgemeinde	Donaufeld
Straße	Bertgasse 17 - 19 / Top 26	KG-Nummer	1603
PLZ/Ort	1210 Wien-Floridsdorf	Einlagezahl	481
Eigentümerin	Said Fahmy	Grundstücksnummer	1270/1

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

105 kWh/m²a

ERSTELLT

Erstellerin	D.I. (FH) René Kops M.A.	Organisation	Architekturbüro
Erstellerin-Nr	0001	Ausstellungsdatum	10.05.2012
GWR-Zahl		Gültigkeitsdatum	09.05.2022
Geschäftszahl	20090213-18-1	Unterschrift	

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeffizienz und Wärmeschutz" des Österreichischen Institutes für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden mit dem Energieausweis-Wohngebäude (EA-WG) von Gebäuden mit dem Energieausweis-Wohngebäude (EA-WG) "Gebäudegroß Duo" Software, ETU GmbH, Version 4.0.4 vom 03.04.2012, www.etu.at

1

Енергетски сертификат - Србија

Енергетски пасош за стамбене зграде	ЗГРАДА		<input type="checkbox"/> нова	<input checked="" type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде		1. Зграда са једним станом 2. Зграда са више станова	
	Место, адреса:			
	Катастарска парцела:			
	Власник/инвеститор/правни заступник:			
	Извођач:			
	Година изградње:			
	Година реконструкције/енергетске санације:			
	Нето површина A_N [m ²]:			
	Прорачун		$Q_{H,nd,rel}$ [%] 45	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)] 34
		≤ 15 ≤ 25 ≤ 50 ≤ 100 ≤ 150 ≤ 200 ≤ 250 > 250	B	
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош				
Овашњена организација: Потпис овлашћеног лица и печат организације: _____ М.П. (потпис)				
Одговорни инжењер: Потпис и печат одговорног инжењера ЕЕ : _____ М.П. (потпис)				
Број пасоша:				
Датум издавања/рок важења:				

Изглед енергетског пасоша Републике Србије (пет страна)

- Прва страна - општи подаци и податак о енергетском разреду
- Друга страна - подаци о клими, термотехничким системима и елементима терм. омотача
- Трећа страна - енергетске потрбе и потрошња енергије
- Четврта страна - предлог мера за унапређење ЕЕ зграде
- Пета страна - објашњење коришћених техничких појмова

3. Методе прорачуна

Методологија прорачуна према EN ISO 13790

Стандард **EN ISO 13790** даје методологију прорачуна потребне енергије за грејање, и хлађење и покрива три различита приступа прорачуна:

- потпуно дефинисани квази-стационарни **месечни** метод прорачуна (посебна опција је сезонски метод);
- потпуно дефинисани упрошћени динамички прорачун базиран на часовним вредностима и
- метод прорачуна који подразумева детаљну динамичку симулацију понашања зграде у термичком смислу.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (1)

- Годишња потребна топлота за грејање $Q_{H,nd}$, (*need*) се према SRPS EN ISO 13790, за системе који раде без прекида у загревању, рачуна по следећој формули:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \quad [\text{kWh/a}]$$

где су:

$Q_{H,ht}$ – Годишња потребна топлота за надокнаду губитака топлоте (*heat transfer*)

$\eta_{H,gn}$ – Фактор искоришћења добитак топлоте за период грејања (*gain*)

$Q_{H,gn}$ – Годишња количина топлоте која потиче од унутрашњих добитак топлоте и добитак услед сунчевог зрачења (*gain*)

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (2)

- Специфична годишња потребна топлота за грејање представља количник годишње потребне топлоте за грејање и нето корисне површине зграде, користи се као **индикатор енергетског разреда зграде**:

$$q_{H,nd} = \frac{Q_{H,nd}}{A_f} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}] \quad \text{или} \quad Q_{H,nd} ?$$

где је:

- A_f – корисна површина зграде [m^2]

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (3)

$$Q_{H,nd} \quad \text{или} \quad q_{H,nd} = \frac{Q_{H,nd}}{A_f}$$

1.1 Енергетски разреди за стамбене зграде

Зграде са једним станом		НОВЕ
Енергетски разред	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 10

Чл.

До дана избора програмског пакета и изражавање енергетског разреда зграде в $Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)].

E	≤ 200	≤ 130
F	≤ 250	≤ 163
G	> 250	>163

ОБРАЗАЦ 1

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

фотографија зграде (једна могућност)	ЗГРАДА	<input type="checkbox"/> нова	<input checked="" type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде	①. Зграда са једним станом 2. Зграда са више станова	
	Место, адреса:		
	Катастарска парцела:		
	Власник/инвеститор/правни заступник:		
	Извођач:		
	Година изградње:		
	Година реконструкције/енергетске санације:		
Нето површина A_N [m ²]:			
Енергетски пасош за стамбене зграде	Прорачун	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
		45	34
	A+	≤ 15	
	A	≤ 25	
	B	≤ 50	
	C	≤ 100	
	D	≤ 150	
	E	≤ 200	
	F	≤ 250	
	G	> 250	
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош			
Овашњена организација:			
Потпис овлашћеног лица и печат организације:			

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (4)

- Годишња потребна топлота за надокнаду губитака топлоте обухвата топлоту која је потребна за надокнаду трансмисионих и вентилационих губитака топлоте:

$$Q_{H,ht} = Q_T + Q_V \quad [\text{kWh/a}]$$

- Годишња количина топлоте која потиче од добитака топлоте:

$$Q_{H,gn} = Q_{\text{int}} + Q_{\text{sol}} \quad [\text{kWh/a}]$$

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (5)

- Годишња потребна топлота за надокнаду губитака топлоте рачуна се по формули:

$$Q_{H,ht} = (H_T + H_V) \cdot 24 \cdot HDD \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/a}]$$

где су:

H_T - Коефицијент трансмисионог губитка топлоте [W/K]

H_V - Коефицијент вентилационог губитка топлоте [W/K]

HDD - број степен дана за локацију зграде (HDD - **H**eating **D**egree **D**ays), према табели прилога Правилника о енергетској ефикасности зграда.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (6)

- **Коефицијент трансмисионог губитка топлоте:**

$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A \quad [\text{W/K}]$$

где су:

H_D – Коефицијент трансмисионог губитка топлоте за површине у додиру са **спољним ваздухом**;

H_g – Коефицијент трансмисионог губитка топлоте за површине у додиру са **тлом**;

H_U – Коефицијент трансмисионог губитка топлоте за површине у додиру са **негрејаним простором**;

H_A – Коефицијент трансмисионог губитка топлоте за површине у додиру са **суседном зградом**.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (7)

- H_D – Коефицијент трансмисионог губитка топлоте за површине у додиру са спољним ваздухом (SRPS ISO 10211);

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \psi_k + \sum_j \chi_j \quad [\text{W/K}]$$

где су:

A_i [m^2] - површина i -тог елемента омотача зграде

U_i [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] - коефицијент пролаза топлоте i -тог елемента омотача зграде

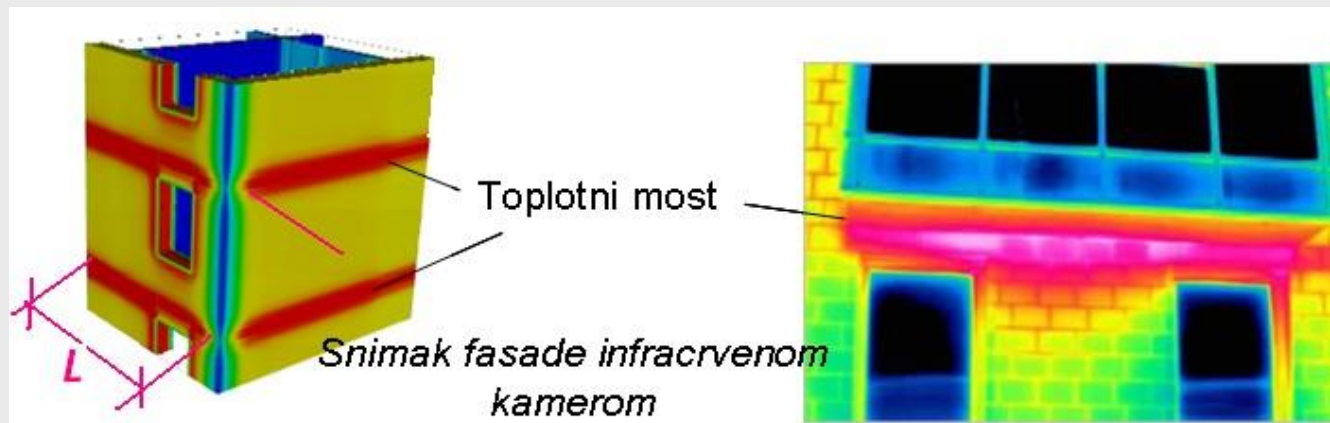
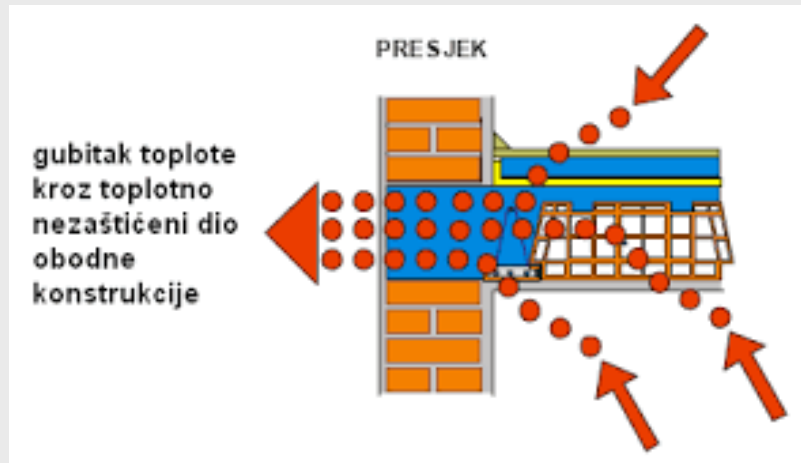
l_k [m] - дужина k -тог линijsког тоplotног mosta

ψ_k [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$] - линijski коефицијент пролаза топлоте k -тог линijsког тоplotног mosta

χ_j [W/K] - таčkasti коефицијент пролаза топлоте j -тог таčkastог тоplotног mosta

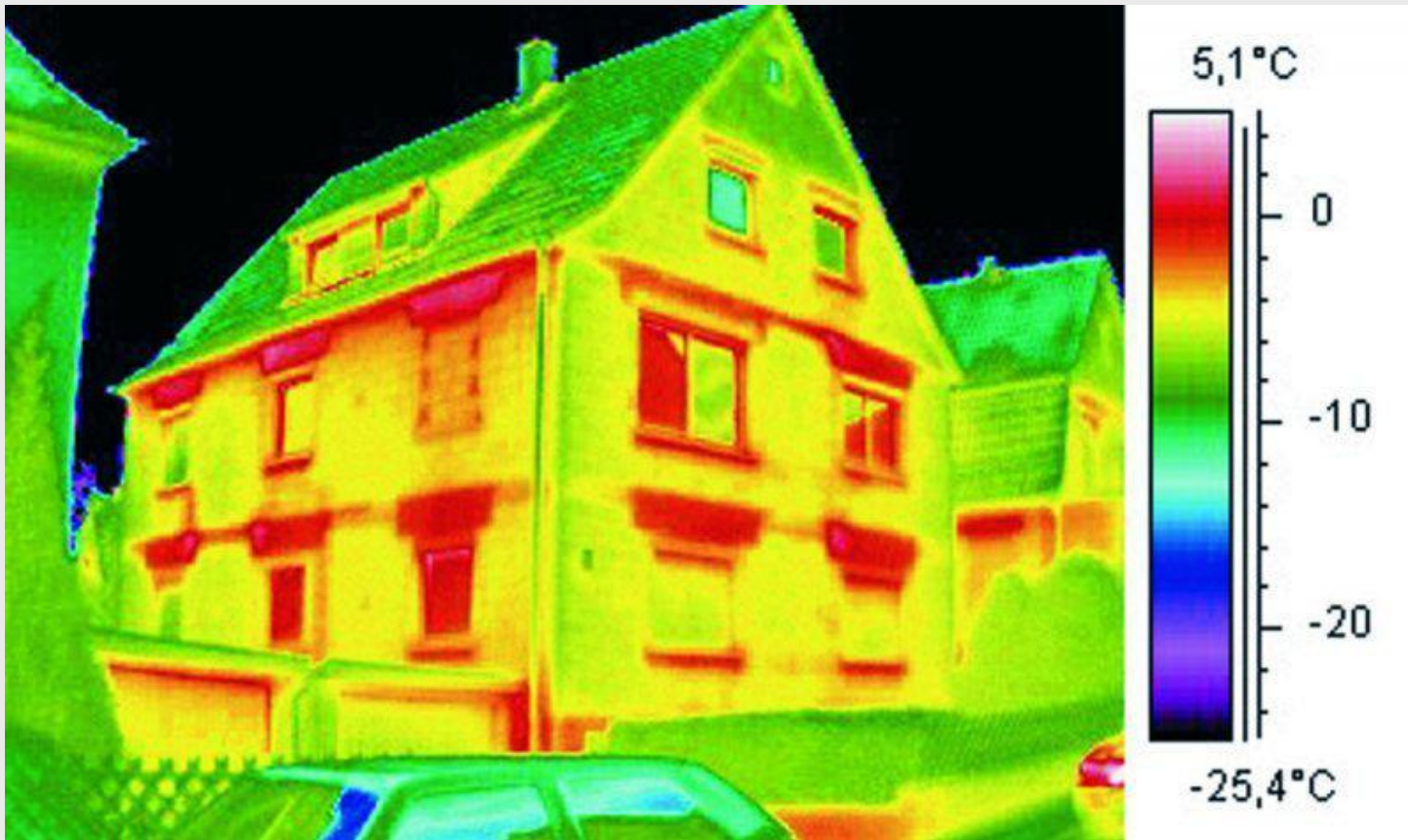
Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (8)

- **Топлотни мостови**



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (9)

- **Топлотни мостови**



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (10)

- За прорачун се (може) користити и **упрошћени метод утицаја топлотних мостова:**

$$H_T = \sum_i (F_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + H_{TB} \quad [\text{W/K}]$$

где је

F_{xi} - фактор корекције температуре за i -ти грађевински елемент, који се усваја према Табели 3.4.1.1 Прилога Правилника о енергетској ефикасности зграда;

U_i [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] - површински коефицијент пролаза топлоте i -тог грађевинског елемента, површине A_i [m^2].

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (11)

U_i [W/(m²·K)] - површински коефицијент пролаза топлоте i -тог грађевинског елемента, површине A_i [m²].

3.4.1 Коефицијент пролаза топлоте грађевинског елемента, U [W/(m²·K)]

Коефицијент пролаза топлоте грађевинског елемента, U [W/(m²·K)], прорачунава се, у општем случају – за грађевински елемент једноставне хетерогености, сагласно стандарду SRPS EN ISO 6946, на следећи начин:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}}$$

Вредности R_{si} и R_{se} наведене су у табели 3.4.1.1. Вредност коефицијента топлотне проводљивости, λ_m [W/(m·K)], m -тог слоја елемента, дебљине d [m], усваја се према табели 3.4.1.2, или се доказује испитивањем у складу са важећим стандардима и прописима.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (12)

Табела 3.4.1.1 : Отпор прелазу топлоте и F_{xi} вредности

Топлотни проток ка спољњој средини, преко грађевинског елемента одређеног типа	Отпор прелазу топлоте, у $m^2 \cdot K/W$			Фактор корекције температуре, F_{xi}
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	
<i>Грађевински елементи који се граниче са спољним ваздухом</i>				
Спољни зид				
невентилисан	0,13	0,04	0,17	1,0
вентилисан	0,13	0,13	0,26	1,0
Равни кровови:				
невентилисано	0,10	0,04	0,14	1,0
вентилисано	0,10	0,10	0,20	1,0
Међуспратна конструкција изнад отвореног пролаза:				
невентилисано	0,17	0,04	0,21	1,0
вентилисано	0,17	0,17	0,34	1,0
Коси кровови:				
невентилисани	0,10	0,04	0,14	1,0
вентилисани	0,10	0,10	0,20	1,0
<i>Грађевински елементи који се граниче са негрејаним просторима</i>				
Зид ка негрејаном простору	0,13	0,13	0,26	0,5
Међуспратна конструкција ка негрејаном кровном	0,10	0,10	0,20	0,8

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (13)

Табела 3.4.1.2 – Хигротермичке особине грађевинских материјала и производа

Материјал / производ	Густина, ρ kg/m^3	Специфич на топлота, c $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	Топлотна проводљиво ст, λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	Релативни коэффициент дифузије водене паре, μ
I ЗИДОВИ				
1. Пуна опека (шупљикавост 0 до 15 %)	1 800	920	0,76	12
	1 600	920	0,64	9
	1 400	920	0,58	7
	1 200	920	0,47	5
2. Шупљи блокови и и шупља опека (густина заједно са отворима)	1 400	920	0,61	6
	1 200	920	0,52	4
3. Порозна опека	800	920	0,33	2,5
4. Клинкер опека, пуна клинкер опека, шупља	1 900	880	1,05	35
	1 700	880	0,79	30
5. Блокови од електрофилтерског пепела	1 500	920	0,58	5
	1 300	920	0,47	4

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (14)

Коефицијент пролаза топлоте **транспарентног грађевинског** елемента (спољна грађевинска столарија: спољни прозори и балконска врата; кровни прозори),

U_w [W/(m²·K)], одређује се прорачуном, сагласно стандарду SRPS EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

Прорачунске вредности

U_g (стакло),

U_f (оквир) и

ψ_g (фактор корекције температуре – спој стакло / оквир),

наведене су у табелама 3.4.1.4, 3.4.1.5, 3.4.1.6, 3.4.1.7, и 3.4.1.8.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (15)

Прорачунске вредности
 U_g (стакло), табела 3.4.1.4

Табела 3.4.1.4 – Топлотна својства транспарентних грађевинских елемената - СТАКЛЮ

Тип стакла	U_g W/(m ² ·K)	g
једноструко, 6 mm	5,8	0,83
2-струко, прозирно, 6-8-6 mm	3,2	0,71
2-струко, прозирно, 4-12-4 mm	3,0	0,71
2-струко, прозирно, 6-12-6 mm	2,9	0,71
2-струко, прозирно, 6-16-6 mm	2,7	0,72
3-струко, прозирно, 6-12-6-12-6 mm	1,9	0,63
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (ваздух)	1,6	0,63
2-струко, нискоемисионо, 4-16-4 mm (ваздух)	1,5	0,61
2-струко, нискоемисионо, 4-15-4 mm (Ar)	1,3	0,61
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (Kr)	1,1	0,62
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (Xe)	0,9	0,62
3-струко, нискоемисионо, 4-8-4-8-4 mm (Kr)	0,7	0,48
3-струко, нискоемисионо, 4-8-4-8-4 mm (Xe)	0,5	0,48
2-струко, рефлектујуће, 6-15-6 mm (Ar)	1,3	0,25 – 0,48
2-струко, рефлектујуће, 6-12-4 mm (Ar)	1,4	0,27 – 0,44

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (16)

Прорачунске вредности

U_f (оквир) - Табела 3.4.1.5, 3.4.1.6 и 3.4.1.7.

Табела 3.4.1.5 – Коефицијент пролаза топлоте оквира – дрвени оквир

дебљина d_f mm	U_f W/(m ² ·K)	
	меко дрво (500 kg/m ³), $\lambda = 0,13$ W/(m·K)	тврдо дрво (700 kg/m ³), $\lambda = 0,18$ W/(m·K)
30	2,3	2,7
50	2,0	2,4
70	1,8	2,0
90	1,6	1,8
110	1,4	1,6

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (17)

Прорачунске вредности

U_f (оквир) - Табела 3.4.1.5, 3.4.1.6 и 3.4.1.7.

Табела 3.4.1.6 – Коефицијент пролаза топлоте оквира – PVC-оквир

Материјал	Тип оквира - профил	U_f W/(m ² ·K)
PVC-шупљи профили	2-коморни	2,2
	3-коморни	1,7 - 1,8
	5-коморни	1,3 - 1,5
	6-коморни	1,2 – 1,3

Табела 3.4.1.7 – Коефицијент пролаза топлоте оквира – метални оквир

Врста металног оквира	U_f W/(m ² ·K)
челични, са термичким прекидом	4,0
челични, без термичког прекида	6,0
алуминијумски, са термичким прекидом	2,8 - 3,5
алуминијумски, побољшани	1,4 – 1,5
специјални системи профила за пасивне куће	0,7 – 0,8

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (18)

Прорачунске вредности

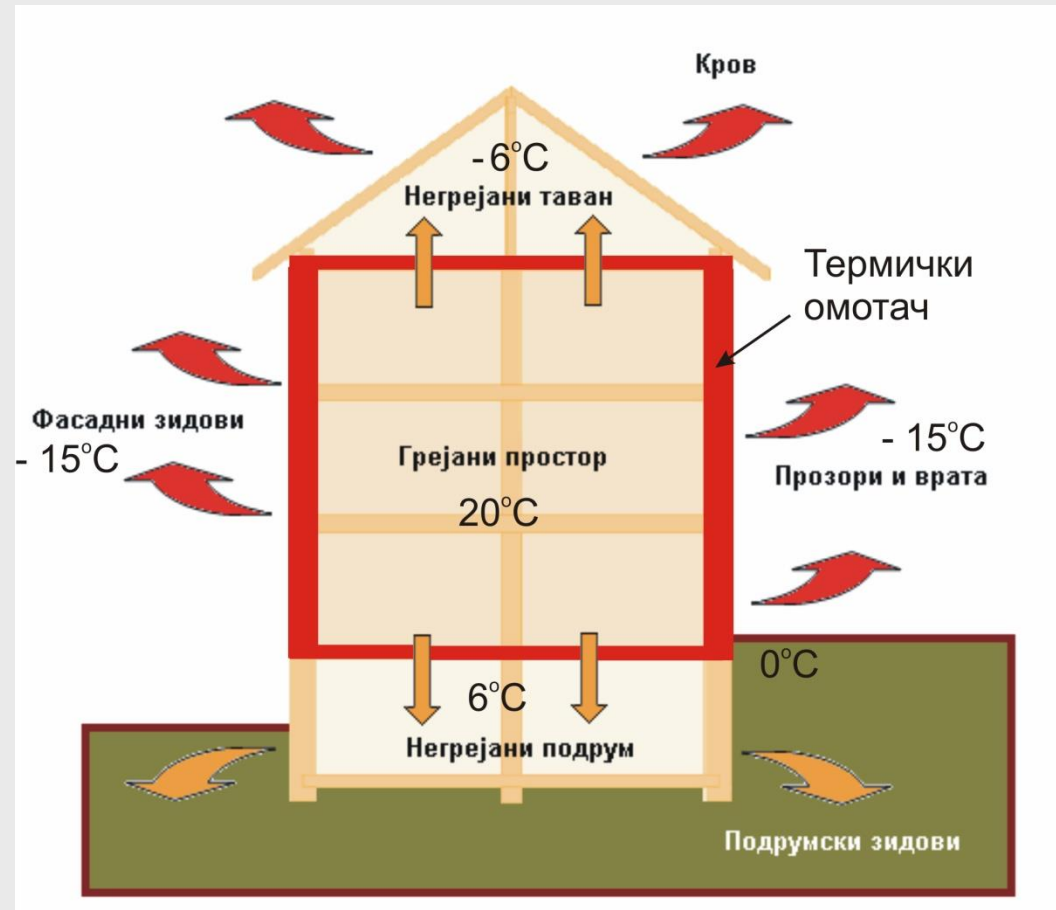
ψ_g (фактор корекције температуре – спој стакло / оквир), наведене су у табелама 3.4.1.8.

Табела 3.4.1.8: Коefицијенти корекције – фактор корекције температуре за топлотне мостове између оквира и стакла

	Коefицијент корекције, ψ_g	
	2-струко и вишеструко стакло, без слоја за побољшање	2-струко и вишеструко стакло, са слојем за побољшање
Дрвени и PVC –оквири	0,04	0,06
Метални оквири, са прекинутим топлотним мостом	0,06	0,08
Метални оквири, без прекинутог топлотног моста	0,00	0,02

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (19)

F_{xi} - фактор корекције температуре за i -ти грађевински елемент - коригује **температурску разлику** која се јавља у просторима које раздваја **термички омотач** зграде.



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (20)

F_{xi} - фактор корекције температуре за i -ти грађевински елемент

Табела 3.4.1.1 : Отпор прелазу топлоте и F_{xi} вредности

Топлотни проток ка спољњој средини, преко грађевинског елемента одређеног типа	Отпор прелазу топлоте, у $m^2 \cdot K/W$			Фактор корекције температуре, F_{xi}
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	
<i>Грађевински елементи који се граниче са спољним ваздухом</i>				
Спољни зид				
невентилисан	0,13	0,04	0,17	1,0
вентилисан	0,13	0,13	0,26	1,0
Равни кровови:				
невентилисано	0,10	0,04	0,14	1,0
вентилисано	0,10	0,10	0,20	1,0
Међуспратна конструкција изнад отвореног пролаза:				
невентилисано	0,17	0,04	0,21	1,0
вентилисано	0,17	0,17	0,34	1,0
Коси кровови:				
невентилисани	0,10	0,04	0,14	1,0
вентилисани	0,10	0,10	0,20	1,0
<i>Грађевински елементи који се граниче са негрејаним просторима</i>				
Зид ка негрејаном простору	0,13	0,13	0,26	0,5
Међуспратна конструкција ка негрејаном кровном простору	0,10	0,10	0,20	0,8
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	0,17	0,17	0,34	0,5

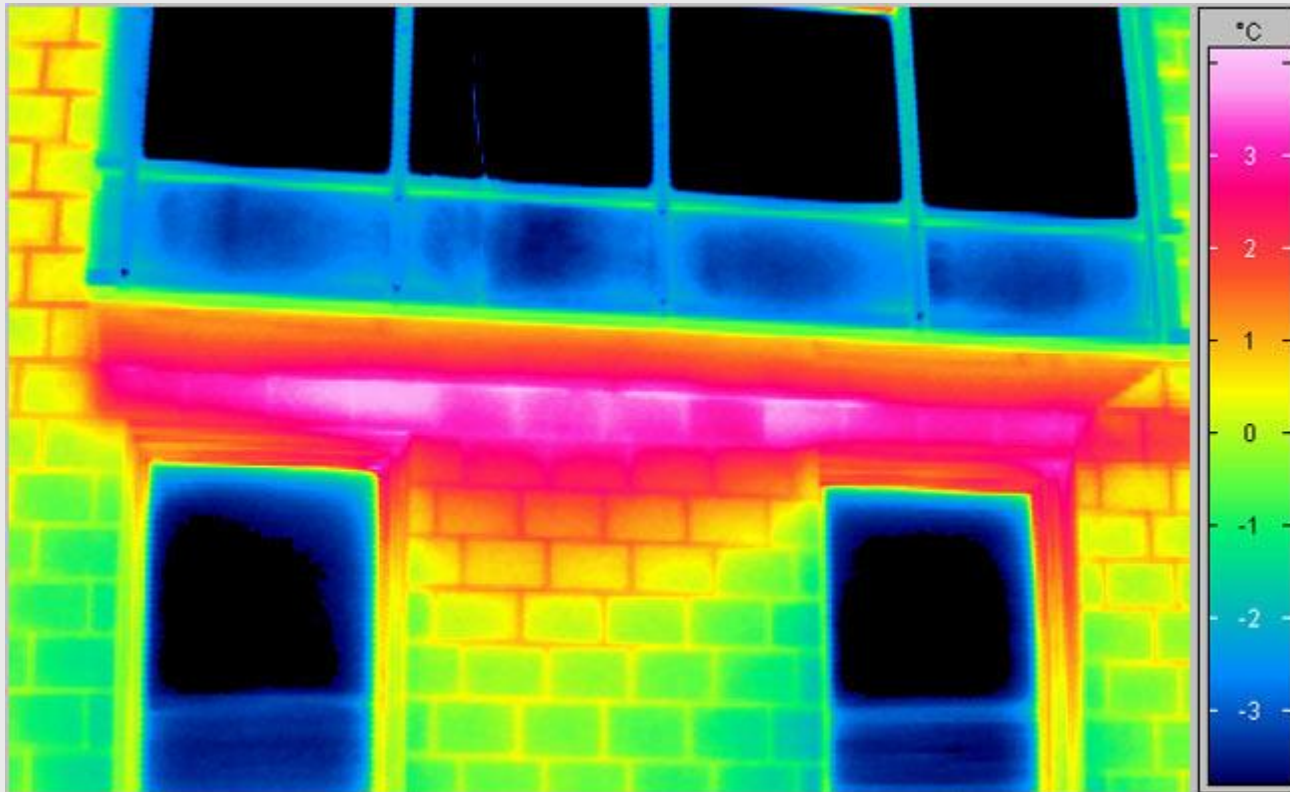
Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (21) – НЕ!

Препоручене температуре негрејаних просторија у згради

При спољној температури (°C)		-9	-12	-15	-18	-21	-24
Поткровље	Кров $U < 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	0	-3	-6	-9	-12	-12
	Кров $U = 2,3 - 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	-3	-6	-9	-12	-15	-15
	Кров $U > 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	-6	-9	-12	-15	-18	-18
Суседне просторије претежно окружене	спољним ваздухом без спољних врата и подрумске просторије	+9	+6	+6	+3	+3	0
	спољним ваздухом са спољним вратима (ходници, степеништа)	+3	0	0	-3	-3	-6
Тло	испод пода просторије	+6			+3		
	уз спољни зид	0			-3		
Сусредне зграде	са централним грејањем	+15					
	са пећима	+10					

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (22)

- H_{TB} трансмисиони топлотни губитак зграде (или дела зграде) услед утицаја **ТОПЛОТНИХ МОСТОВА (*thermal bridge*)** у термичком омотачу зграде



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (23)

- Трансмисиони топлотни губитак зграде (или дела зграде) услед утицаја **топлотних мостова** у термичком омотачу зграде износи :

$$H_{TB} = \Delta U_{TB} \cdot A \quad [\text{W/K}]$$

где је A [m^2] збирна површина спољних грађевинских елемената (**термички омотач објекта** – спољне мере).

- Усваја се вредност коефицијента пролажења топлоте

$$\Delta U_{TB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}).$$

- Уколико је утицај топлотних мостова већ узет у обзир:

$$H_{TB} = \Delta U_{TB} \cdot A_{cor}$$

A_{cor} -збирна површина спољних грађевинских елемената (спољни омотач објекта), умањена за површине грађевинских елемената за које су израчунати коефицијенти пролаза топлоте са укљученим топлотним мостовима.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (24)

- Специфични трансмисиони губитак топлоте за зграду износи :

$$H'_T = \frac{H_T}{A} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

где су:

A [m^2] збирна површина спољних грађевинских елемената
(термички омотач објекта – спољне мере).

H_T [W/K] коефицијент трансмисионог губитка топлоте

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (25)

$$H'_T = \frac{H_T}{A} \quad \text{Специфични трансмисиони губитак топлоте}$$

Табела 3.4.2.3.1 – Највеће допуштене вредности специфичних трансмисионих губитака топлоте, $H'_{T,max}$ [W/(m²·K)], у зависности од фактора облика зграде (или дела зграде)

Фактор облика A/V_e (m ⁻¹)	Нестамбене зграде са уделом транспарентних површина ≤ 30% и стамбене зграде H'_T (W/m ² K)	Нестамбене зграде са уделом транспарентних површина > 30% H'_T (W/m ² K)
≤ 0.2	1.05	1.55
0.3	0.80	1.15
0.4	0.68	0.95
0.5	0.60	0.83
0.6	0.55	0.75
0.7	0.51	0.69
0.8	0.49	0.65
0.9	0.47	0.62
1.0	0.45	0.59
>1.05	0.44	0.58

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (26)

- Коефицијент вентилационог губитка топлоте:

$$H_V = \rho_a \cdot c_p \cdot \sum_i V_i \cdot n_i \quad [\text{W/K}]$$

где су:

V – запремина грејаног простора [m^3]

n – број **измена ваздуха** на час [h^{-1}]

ρ_a – густина ваздуха [kg/m^3]

c_p – специфични топлотни капацитет ваздуха при константном притиску [J/kgK]

Број измена ваздуха на час се **одређује у зависности од заклоњености и класе заптивености зграде** (према SRPS EN ISO 13789) према табелама прилога Правилника

$$\rho_a \cdot c_p = 1200 \text{ [J/m}^3\text{K]}$$

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (27)

Табела 3.4.2.1 – Број измена ваздуха на час у зависности од заклоњености и класе заптивености зграде (према SRPS EN ISO 13789) – Стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом

Изложеност фасаде ветру	Број измена ваздуха n [h^{-1}]			Број измена ваздуха n [h^{-1}]		
	Више од једне фасаде			Само једна фасада		
Заптивеност	Лоша	Средња	Добра	Лоша	Средња	Добра
Отворен положај зграде	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
Умерено заклоњен положај	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Веома заклоњен положај	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Табела 3.4.2.2 – Број измена ваздуха на час у зависности од заклоњености и класе заптивености зграде (према SRPS EN ISO 13789) – Појединачне породичне куће са природном вентилацијом

Заптивеност	Број измена ваздуха n [h^{-1}]		
	Лоша	Средња	Добра
Отворен положај зграде	1,5	0,8	0,5
Умерено заклоњен положај	1,1	0,6	0,5
Веома заклоњен положај	0,76	0,5	0,5

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (28)

- Фактор искоришћења добитака топлоте за период грејања рачуна се помоћу следеће формуле:

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{(a_H+1)}}$$

$\eta_{H,gn} = 1,00$ - Тешки тип градње;
 $\eta_{H,gn} = 0,98$ - Средње-тешки тип градње;
 $\eta_{H,gn} = 0,90$ - Лаки тип градње.

где су:

γ_H - **Бездимензиони однос топлотног биланса** - представља **однос** годишње количине **топлоте** која потиче од **унутрашњих добитака** топлоте и добитака услед сунцевог зрачења и **годишње топлоте потребне за надокнаду губитака** топлоте

a_H - бездимензиони нумерички параметар који зависи од вредности временске константе τ

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (29)

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}$$

Бездимензиони однос топлотног биланса

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}$$

Бездимензиони нумерички параметар који зависи од вредности временске константе τ

$$a_{H,0}$$

бездимензионални референтни нумерички параметар

$$\tau_{H,0}$$

референтна временска константа

Table 9 — Values of the numerical parameter $a_{0,H}$ and reference time constant $\tau_{H,0}$

Type of method		$a_{H,0}$	$\tau_{H,0}$ (h)
	Monthly calculation method	1,0	15
	Seasonal calculation method	0,8	30

Values of $a_{H,0}$ and $\tau_{H,0}$ may also be provided at national level.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (30)

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_T + H_V}$$

Временска констаната

C_m

Динамички топлотни капацитет

For the monthly and seasonal method, the internal heat capacity of the building zone, C_m , expressed in joules per kelvin, is calculated by summing the heat capacities of all the building elements in direct thermal contact with the internal air of the zone under consideration, as given by Equation (67):

$$C_m = \sum \kappa_j A_j \quad (67)$$

κ_j is the internal heat capacity per area of the building element j , determined in accordance with Clause 7 of ISO 13786:2007 (detailed method) or, as more simple alternative, in accordance with Annex A of ISO 13786:2007, with maximum effective thickness as given in Table 11, expressed in joules per square metres kelvin;

A_j is the area of the element j , expressed in square metres.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (32)

Динамички топлотни капацитет

Class ^{a)}	Monthly and seasonal method	Simple hourly method	
	C_m (J/K) ^{b)}	A_m (m ²)	C_m (J/K)
Very light	$80\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$80\,000 \times A_f$
Light	$110\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$110\,000 \times A_f$
Medium	$165\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$165\,000 \times A_f$
Heavy	$260\,000 \times A_f$	$3,0 \times A_f$	$260\,000 \times A_f$
Very heavy	$370\,000 \times A_f$	$3,5 \times A_f$	$370\,000 \times A_f$

a): May be specified at national level.

b) See discussion in G.7 whether or not a correction is needed for the internal heat capacity for the monthly and seasonal method, to take into account the surface resistance.

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (32)

Просечне вредности фактора искоришћења добитак топлоте за период грејања (за сезонски или месечни метод) се усвајају према типу градње, према следећим препорукама:

Табела 6.1 – наставак –

Величина	Начин прорачуна	Примењени гранични услови
1	2	3
Фактор искоришћења добитак топлоте за период грејања $\eta_{H,gn}$	$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{(a_H+1)}}, \quad \gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}$ $a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}, \quad \tau = \frac{C_m / 3600}{H_T + H_V}$ Просечне вредности (сезонски или месечни метод):	Према SRPS EN ISO 13790: γ_H - бездимензиони однос топлотног биланса; a_H - бездимензиони нумерички параметар који зависи од вредности временске константе; τ - временска константа [h]; C_m - динамички топлотни капацитет [J/K]
	$\eta_{H,gn} = 1,00$ - Тешки тип градње; $\eta_{H,gn} = 0,98$ - Средње-тешки тип градње; $\eta_{H,gn} = 0,90$ - Лаки тип градње.	

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (33)

- Годишња количина топлоте која потиче од **унутрашњих добитака топлоте** представља збир добитака топлоте од људи и електричних уређаја и рачуна се према:

$$Q_{\text{int}} = A_f \cdot (q_P + q_E) \quad [\text{kWh/a}]$$

где су:

A_f – корисна површина зграде [m^2]

q_P – добици топлоте од људи

q_E – добици топлоте од електричних уређаја

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (34)

Табела 6.5 – Добици топлоте од људи и електричних уређаја (према SRPS EN ISO 13790)

Тип зграде	1	2	3	4	5	6	7	8	9) Остале зграде				Јединица
									Стамбена зграда са једним станом	Стамбена зграда са више станова	Пословна зграда	Зграде намењене образовању	
Улазни подаци	Стамбена зграда са једним станом	Стамбена зграда са више станова	Пословна зграда	Зграде намењене образовању	Болнице	Ресторани	Трговински центри	Спортски центри	Сале за састанке и презентације	Индустријске зграде	Складишта	Унутрашњи базени	
Унутрашња пројектна температура за зимски период	20	20	20	20	22	20	20	18	20	18	18	28	°C
Унутрашња пројектна температура за летњи период	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	°C
Површина по особи (заузетост)	60	40	20	10	30	5	10	20	5	20	100	20	m ² /per
Одавање топлоте по особи	70	70	80	70	80	100	90	100	80	100	100	60	W/per
Одавање топлоте људи по јединици површине	1,2	1,8	4,0	7,0	2,7	20	9,0	5,0	16	5,0	1,0	3,0	W/m ²

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (35)

Табела 6.5 – Добици топлоте од људи и електричних уређаја (према SRPS EN ISO 13790)

Тип зграде	1	2	3	4	5	6	7	8	9) Остале зграде				Јединица
Улазни подаци	Стамбена зграда са једним станом	Стамбена зграда са више станова	Пословна зграда	Зграде намењене образовању	Болнице	Ресторани	Трговински центри	Спортски центри	Сале за састанке и презентације	Индустријске зграде	Складишта	Унутрашњи базени	

Годишња потрошња електричне енергије по јединици површине грејаног простора	20	30	20	10	30	30	30	10	20	20	6	60	kWh/m ²
Проток свежег													

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (36)

- Годишња количина топлоте која потиче од добитака услед **Сунчевог зрачења**:

$$Q_{sol} = F_{sh} \cdot A_{sol} \cdot I_{sol} \cdot \tau_{sol} \quad [\text{kWh/a}]$$

где су:

F_{sh} - фактор осенчености зграде: $F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$

F_{hor} Фактор осенчаности зграде услед околних објеката

F_{ov} Фактор осенчаности зграде услед настрешница

F_{fin} Фактор осенчаности зграде услед вертикалних испуста

Корекциони фактори за 45° СГШ и средње месечене суме зрачења дате су табелама у прилогу Правилника

A_{sol} - нормализована површина осунчане површи

$I_{sol} \cdot \tau_{sol}$ - средње месечене суме Сунчевог зрачења

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (37)

Сунчево зрачење

$I_{sol} \cdot \tau_{sol}$ - средње месечне суме Сунчевог зрачења

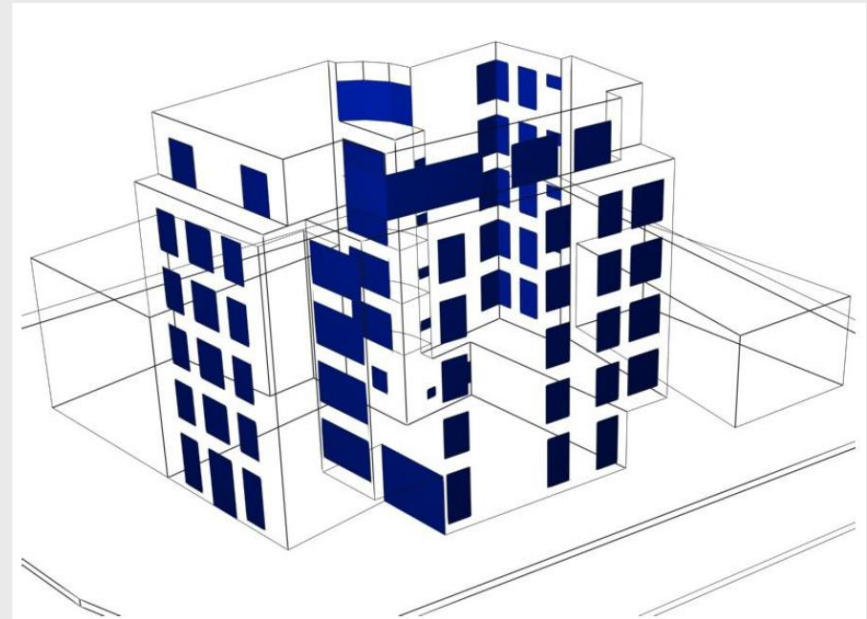
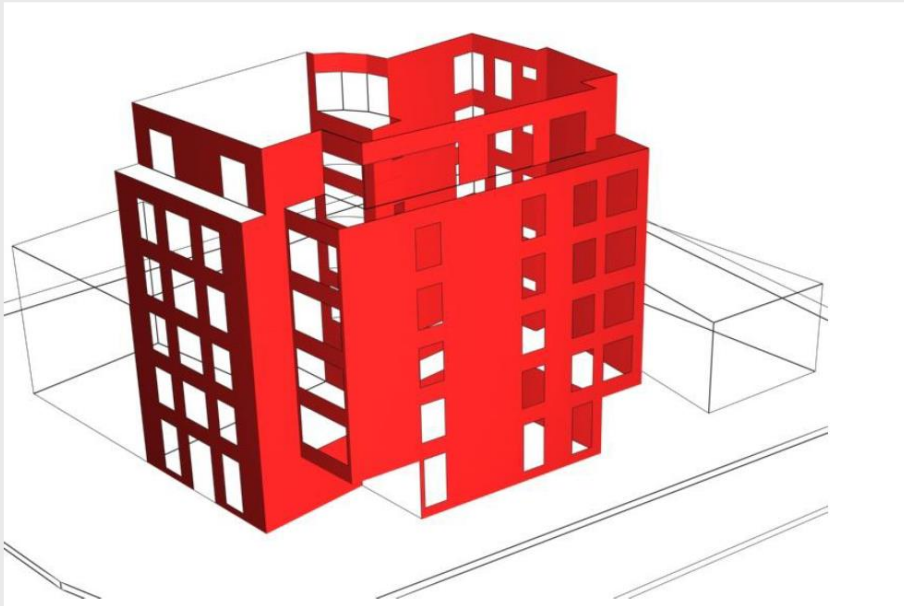
Табела 6.9 – Средње суме Сунчевог зрачења и средња месечна температура спољног ваздуха

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Zima	
Средња месечна температура (°C)	0,9	3,0	7,3	12,5	17,6	20,6	22,3	22,0	17,7	12,7	7,2	2,6	5,6	
Сунчево зрачење	ХОР (kWh/m ²)	42,75	60,35	103,86	133,65	170,43	181,23	192,83	170,43	127,58	88,94	45,50	33,87	398
	J (kWh/m ²)	64,25	76,98	96,43	86,73	86,28	81,43	90,31	99,43	107,38	109,22	66,52	52,80	455
	И, 3 (kWh/m ²)	32,57	55,35	79,80	96,05	112,90	116,78	125,22	114,37	91,32	67,21	34,67	25,53	310
	С (kWh/m ²)	17,42	22,38	36,04	44,64	55,69	56,88	58,27	52,83	38,78	29,16	17,93	14,31	145
HDD = 2520	585	458	370	102	0	0	0	0	0	101	373	531		

Напомена: Вредности средњих сума Сунчевог зрачења датих у табели 6.9 користе се за прорачун добитака топлоте од Сунчевог зрачења за све локације на територији Републике Србије.

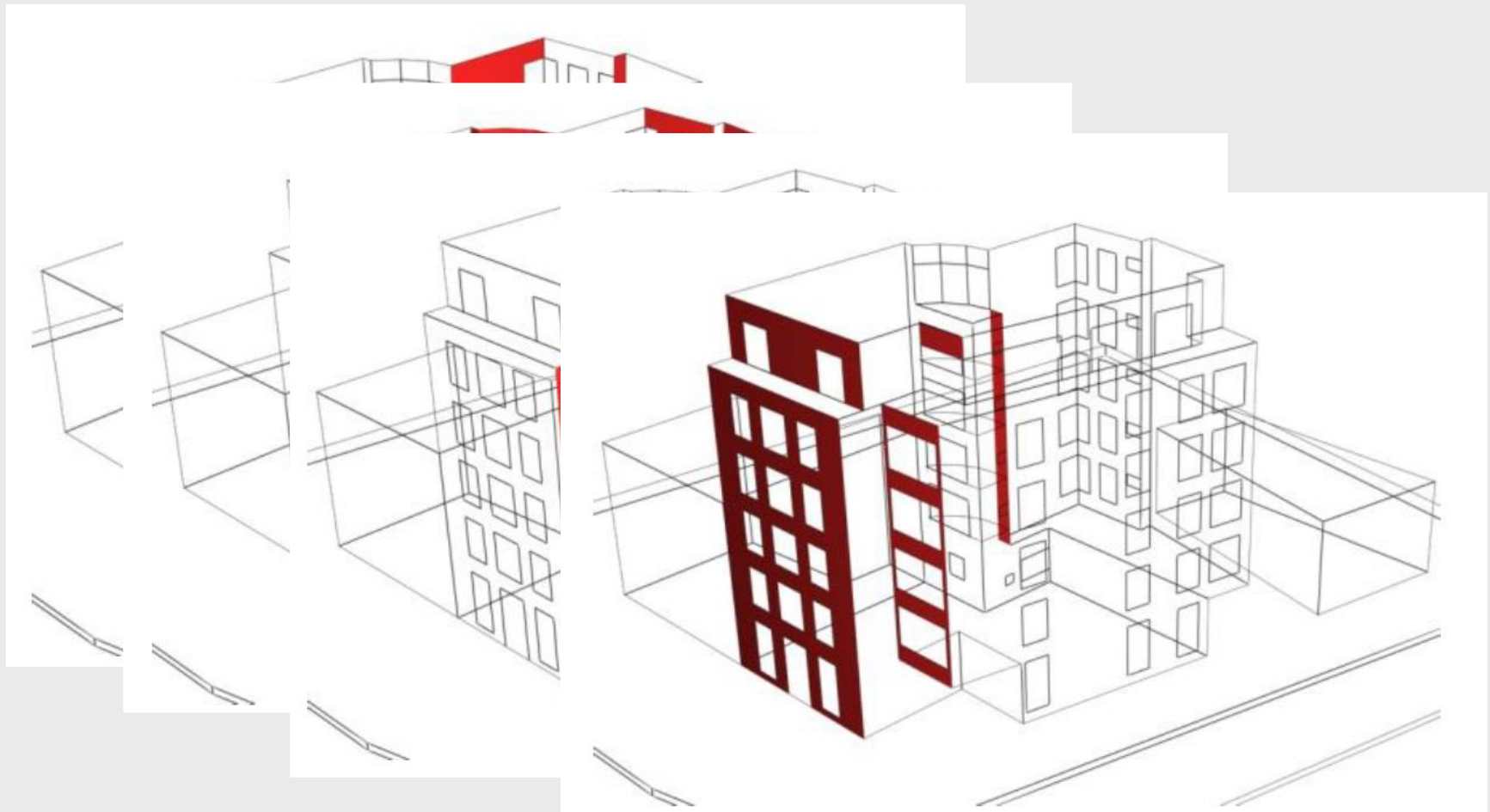
Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (38)

Сунчево зрачење



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (39)

Сунчево зрачење - нетранспарентне површине



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (40)

Сунчево зрачење

- Површина омотача зграде на коју доспева Сунчево зрачење:
За **нетранспарентне површине** (спољне зидове и кров):

$$A_{sol,C} = \alpha_{s,C} \cdot R_{s,C} \cdot U_C \cdot A_C$$

где су:

$\alpha_{s,C}$ – емисивност спољне површине зида (краткоталасно зрачење Сунца);

$\alpha_{s,C} = 0,6$ – вредност за светлије боје фасаде и мермер

$R_{s,C} = \frac{1}{h_e}$ – отпор прелазу топлоте за спољну страну зида [m^2K/W]

$$R_{s,C} = \frac{1}{25} \quad m^2K/W$$

U_C – коефицијент пролазћења топлоте грађевинског елемента (*construction element*)

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (41)

Сунчево зрачење

F_{sh} - фактор осенчености зграде

$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

Табела 6.6 - Фактор осенчености зграде услед околних објеката

Корекциони фактор F_{hor} за 45° СГШ			
Угао [°]	Ј	И,З	С
0	1,00	1,00	1,00
10	0,97	0,95	1,00
20	0,85	0,82	0,98
30	0,62	0,70	0,94
40	0,46	0,61	0,90

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (42)

Сунчево зрачење

F_{sh} - фактор осенчености зграде

$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

Табела 6.7 - Фактор осенчености зграде услед настрешница

Корекциони фактор F_{ov} за 45° СГШ			
Угао [°]	Ј	И,З	С
0	1,00	1,00	1,00
30	0,90	0,89	0,91
45	0,74	0,76	0,80
60	0,50	0,58	0,66

Вертикални пресек

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (43)

Сунчево зрачење

F_{sh} - фактор осенчености зграде

$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

Табела 6.8 - Фактор осенчености зграде услед вертикалних испуста на фасади

Корекциони фактор F_{fin} за 45° СГШ			
Угао [°]	Ј	И,З	С
0	1,00	1,00	1,00
30	0,94	0,92	1,00
45	0,84	0,84	1,00
60	0,72	0,75	1,00

Хоризонтални пресек

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (44)

Сунчево зрачење

F_{sh} - фактор осенчености зграде

$f_s = F_{sh}$ - фактор засенчења,

Елементи за засенчење су елементи који спречавају или ограничавају инсолацију:

- на основу топографије (утицај положаја зграде у односу на профил терена, у односу на суседне – зграде које је надвишавају и сл.);
- на основу конструктивног решења зграде – изгледа спољњег омотача (балкони, лође, истурени елементи – еркери, препусти, и сл.);
- на основу посебних (померљивих) елемената за засенчење (новија решења).

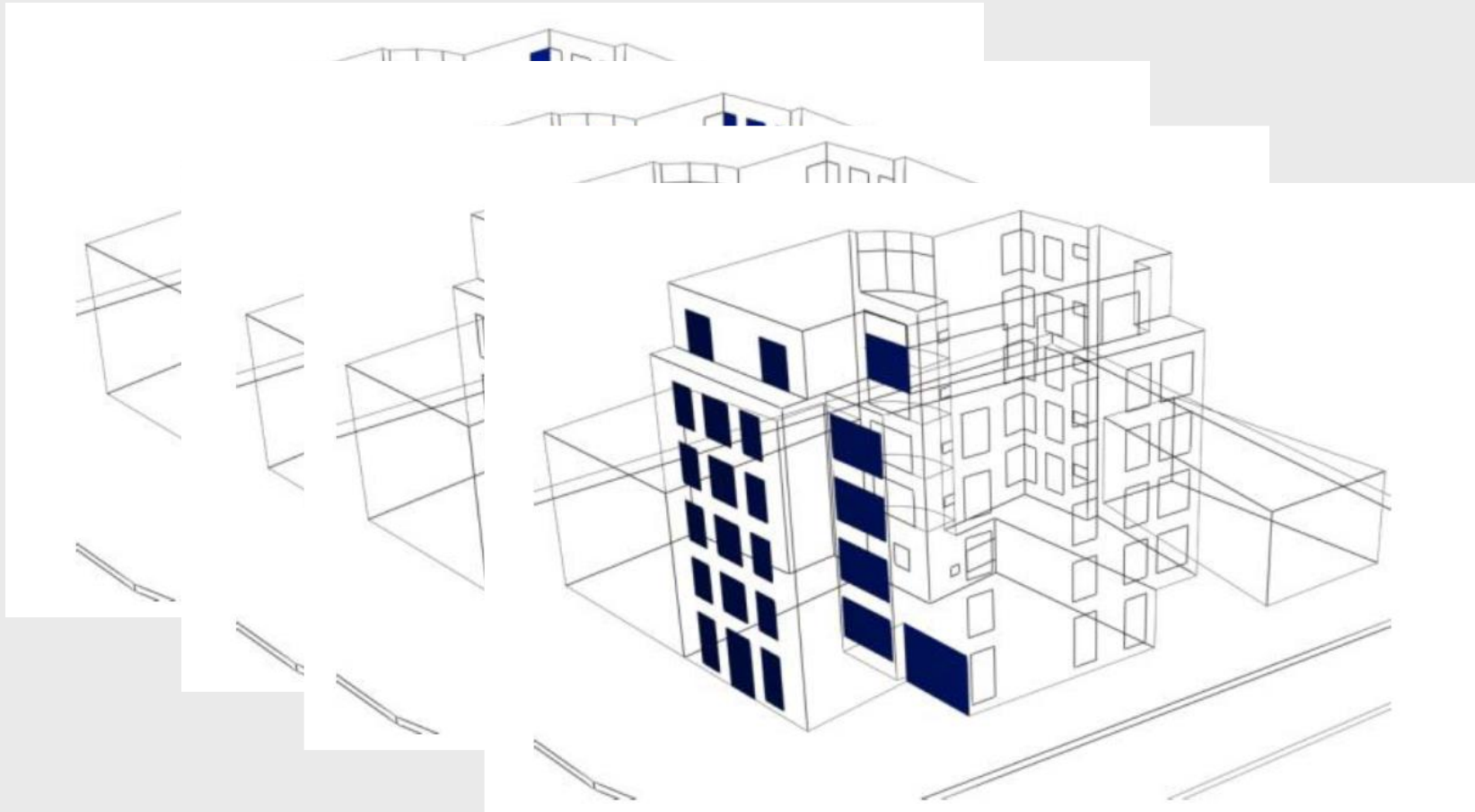
Фактор засенчења f_s може се израчунавати на поједностављени начин:

$f_s = 0,9$ - за незасенчени (незаклоњени) положај

$f_s = 0,6$ - за засенчени (заклоњени) положај

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (45)

Сунчево зрачење за транспарентне површине



Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (46)

Сунчево зрачење

- Површина омотача зграде на коју доспева Сунчево зрачење:
- За **транспарентне површине** (стакло):

$$A_{sol,gl} = g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_W$$

где су:

g_{gl} – фактор пропустљивости Сунчевог зрачења у зависности од врсте стакла (Табела 3.4.1.4 у Прилогу Правилника);

F_F – фактор рама – однос површине рама у укупној површини прозора;

A_W – површина прозора (грађевинског отвора)

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (47)

Фактор пропустљивости Сунчевог зрачења у зависности од врсте стакла (Табела 3.4.1.4 у Прилогу Правилника);

$g_{gl} = g_w = 9,0 \times g$ - Ефективни степен пропустљивости услед запрљања

Табела 3.4.1.4 – Топлотна својства транспарентних грађевинских елемената - СТАКЛО

Тип стакла	U_g W/(m ² ·K)	g
једноструко, 6 mm	5,8	0,83
2-струко, прозирно, 6-8-6 mm	3,2	0,71
2-струко, прозирно, 4-12-4 mm	3,0	0,71
2-струко, прозирно, 6-12-6 mm	2,9	0,71
2-струко, прозирно, 6-16-6 mm	2,7	0,72
3-струко, прозирно, 6-12-6-12-6 mm	1,9	0,63
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (ваздух)	1,6	0,63
2-струко, нискоемисионо, 4-16-4 mm (ваздух)	1,5	0,61
2-струко, нискоемисионо, 4-15-4 mm (Ag)	1,3	0,61
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (Kг)	1,1	0,62
2-струко, нискоемисионо, 4-12-4 mm (Хе)	0,9	0,62
3-струко, нискоемисионо, 4-8-4-8-4 mm (Kг)	0,7	0,48
3-струко, нискоемисионо, 4-8-4-8-4 mm (Хе)	0,5	0,48
2-струко, рефлектујуће, 6-15-6 mm (Ag)	1,3	0,25 – 0,48
2-струко, рефлектујуће, 6-12-4 mm (Ag)	1,4	0,27 – 0,44

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (48)

- Годишња потребна топлота за грејање за системе који раде **са прекидом**:

$$Q_{H,nd,interm} = a_{H,red} \cdot Q_{H,nd}$$

где су:

$Q_{H,nd,interm}$

- Годишња потребна топлота за грејање за системе који раде **са прекидом** [kWh/a]

$a_{H,red}$

- бездимензијски фактор редукције у загревању:

$$a_{H,red} = 1 - 3 \left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau} \right) \cdot \gamma_H \cdot (1 - f_{H,hr})$$

$f_{H,hr}$

- однос броја сати рада система за грејање у току недеље према укупном броју сати у недељи

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}$$

- бездимензиони однос топлотног биланса

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела (49)

- Однос временских константи за $\left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau}\right)$ (за сезонски или месечни метод) се усвајају према типу градње, према следећим препорукама:

$$\left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau}\right) = 0,4 \quad \text{- Тешки тип градње;}$$

$$\left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau}\right) = 0,33 \quad \text{- Средње - тешки тип градње;}$$

$$\left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau}\right) = 0,2 \quad \text{- Лаки тип градње.}$$

$$f_{H,hr} = \frac{x_{hours} \cdot y_{days}}{24 \cdot 7}$$

4. Потребна годишња енергија за СТВ

Потребна енергија за припрему СТВ

Годишња потребна топлота за припрему санитарне топле воде

$$Q_W = \rho_W \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_W - \theta_o)$$

V_W - годишња потрошња воде [m^3/a]

θ_W - температура воде у резервоару [$^{\circ}\text{C}$]

θ_o - температура воде из водовода [$^{\circ}\text{C}$]

Годишњи топлотни губици система за припрему санитарне топле воде

$$Q_{W,ls} = Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,gen,ls}$$

$Q_{W,dis,ls}$ - губици топлоте у цевној мрежи развода топле воде према 15316-3-2 [kWh/a],

$Q_{W,st,ls}$ - губици топлоте при складиштењу у резервоару према 15316-3-3 [kWh/a],

$Q_{W,gen,ls}$ - губици топлоте при производњи или припреми топле воде према 15316-3-3 [kWh/a].

Према SRPS EN 15316-3-1

$$\rho_W \cdot c_W = 1,16 \text{ [kWh}/(\text{m}^3\text{K})],$$

Специфична вредност за различите типове зграда дата је у табели 7.5

Према SRPS EN 15316

Прорачун методом потпуно дефинисаног месечног модела

Табела 6.5 – Добици топлоте од људи и електричних уређаја (према SRPS EN ISO 13790)

Тип зграде	1	2	3	4	5	6	7	8	9) Остале зграде				Јединица
Улазни подаци	Стамбена зграда са једним станом	Стамбена зграда са више станова	Пословна зграда	Зграде намењене образовању	Болнице	Ресторани	Трговински центри	Спортски центри	Сале за састанке и презентације	Индустријске зграде	Складишта	Унутрашњи базени	

Топлота потребна за припрему СТВ по јединици површине грејаног простора	10	20	10	10	30	60	10	80	10	10	1,4	80	kWh/m ²
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	--------------------

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

Годишњи топлотни губици система за грејање

$$Q_{H,ls} = Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,st,ls} + Q_{H,gen,ls}$$

Годишња потребна топлота

$$Q_H = Q_{H,nd} + Q_W + Q_{H,ls} + Q_{W,ls}$$

$Q_{H,em,ls}$ - губици топлоте при размени у простору према 15316-2-1 [kWh/a],

$Q_{H,dis,ls}$ - губици топлоте у цевној мрежи према 15316-2-3 [kWh/a],

$Q_{H,st,ls}$ - губици топлоте при складиштењу у резервоару према 15316-3-3 [kWh/a],

$Q_{H,gen,ls}$ - губици топлоте при производњи према 15316-4-1 [kWh/a].

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

- Топлотна енергија за грејање и топлотна енергија за припрема потрошне топле воде рачунају се и исказују се одвојено.

- Годишња потребна топлота Q_H [kWh/(a)]

представља збир

$$Q_H = Q_{H,nd} + Q_W + Q_{H,ls} + Q_{W,ls} \quad [\text{kWh}/(\text{a})]$$

$$Q_{H,nd} \quad [\text{kWh}/(\text{a})]$$

Годишња потребна топлота за грејање

$$Q_W \quad [\text{kWh}/(\text{a})]$$

Годишња потребна топлота за припрему санитарне топле воде

$$Q_{H,ls} \quad [\text{kWh}/(\text{a})]$$

Годишњи топлотни губици система за грејање

$$Q_{W,ls} \quad [\text{kWh}/(\text{a})]$$

Годишњи топлотни губици система за припрему санитарне топле воде

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

- Укупни степен корисности постројења за грејање обухвата степен корисности котла, цевне мреже и система аутоматске регулације:

$$\eta = \eta_k \cdot \eta_c \cdot \eta_r$$

чиме су обухваћени губици система за грејање – **табела 6.2**

$$Q_H = \frac{Q_{H,nd} + Q_W}{\eta} = \frac{Q_{H,nd} + Q_W}{\eta_k \cdot \eta_c \cdot \eta_r}$$

Табела 6.2

1. Котлови		
Чврсто гориво	Котлови без регулације	0,65
	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	0,68
	Котлови преко 50 kW са добром ручном регулацијом	0,72
	Котлови до 175 kW са механичком регулацијом	0,75
	Котлови преко 175 kW са добром механичком регулацијом	0,83
Течно гориво	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	0,81 – 0,83
	Котлови преко 50 kW са аутоматском регулацијом	0,83 – 0,87
Гасовито гориво	Котлови до 100 kW са природном промајом	0,80 – 0,88
	Котлови преко 100 kW са принудном промајом	0,88 – 0,94

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

- Табела 6.2 прилога Правилника о енергетској ефикасности зграда.

2. Цевна мрежа		
Неизолована цевна мрежа унутар термичког омотача зграде		0,95
Изолована цевна мрежа у делу негрејаног простора зграде		0,98
Предизоловане цеви топоводне мреже даљинског грејања		0,88 – 0,92
3. Систем регулације		
Начин регулације	са поделом на зоне	без поделе на зоне
Аутоматска централна и локална регулација	1,0	0,95
Аутоматска централна регулација	0,95	0,92
Ручна централна регулација	0,92	0,90

Оквирни ток прорачуна

Финална и примарна енергија

- Топлотна енергија за грејање и топлотна енергија за припрема потрошне топле воде рачунају се и исказују се одвојено.
- Такође, посебно се рачунају и потребна енергија,
 - за хлађење,
 - за вентилацију и климатизацију,
 - за осветљење и
 - за рад помоћних система (као што су пумпе и вентилатори система грејања и климатизације)

Сабирање је ових видова енергије могуће је тек по **свођењу на примарну енергију**, уз познавање из ког извора је добијена финална енергија и какви су губици настали приликом трансформације и дистрибуције.

За конверзију финалне енергије у примарну се користе фактори претварања за поједине изворе топлоте који се користе у системима грејања.

5. Испоручена и примарна енергија

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

Годишња емисија CO₂ одређује се на основу **врсте енергента** који се користи за добијање потребне енергије која се троши у згради [kg/m²a].

- Ако постоји **један извор топлоте** за грејање (нпр. класични гасни котло), онда укупну финалну енергију треба увећати за губитке у систему преко **степенa корисности постројења**, како би се израчунала количина топлоте коју систем треба да испоручи.
- Ако има **два или више извора топлоте** за грејање (нпр. котло и топлотна пумпа) онда се удео **сваког извора рачуна посебно**.

Потребна примарна енергија

Годишња примарна енергија за функционисање зграде одређује се тако што се годишња доведена енергија за рад система у згради помножи са фактором претварања датим у табели

Енергент	Фактор претварања
Уље за ложење	1,2
Гас	1,1
Угаљ	1,3
Дрвена биомаса	0,1
Електрична енергија	2,5
Даљинско грејање на фосилна горива	1,8
Даљинско грејање когенерацијом	1,0

Губици у систему грејања и укупно потребна топлота

Потребна примарна енергија за грејање:

$$E_{prim} = Q_H \cdot f_{prim,1} + Q_{aux} \cdot f_{prim,2}$$

где је:

$f_{prim,1}$ - фактор претварања за врсту енергента/енергије који се користи за добијање топлоте

$f_{prim,2}$ - фактор претварања за електричну енергију коју користе помоћни системи (нпр. циркулационе пумпе)

Годишња емисија CO₂

Годишња емисија CO₂ одређује се на основу врсте енергента који се користи за добијање потребне енергије која се троши у згради [kg/m²a]

Енергент	По јединици горива	По јединици енергије
земни гас	1,9 kg/m ³	0,20 kg/kWh
течни нафтни гас	2,9 kg/kg	0,215 kg/kWh
екстра лако уље за ложење	2,6 kg/l	0,265 kg/kWh
лако уље за ложење	3,2 kg/kg	0,28 kg/kWh
даљинска топлота	0,33 kg/kWh	0,33 kg/kWh*
електрична енергија	0,53 kg/kWh	0,53 kg/kWh
смеђи угаљ (домаћи)	1,5 kg/kg	0,32 kg/kWh
смеђи угаљ (страни)	1,88 kg/kg	0,40 kg/kWh
лигнит (домаћи)	1,0 kg/kg	0,33 kg/kWh

Дозвољена годишња потрошња финалне енергије за грејање

ВРСТА ОБЈЕКТА	НОВЕ ЗГРАДЕ	ПОСТОЈЕЋЕ ЗГРАДЕ
	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]
стамбене зграде са једним станом	65	75
стамбене зграде са два или више станова	60	70
управне и пословне зграде	55	65
зграде намењене образовању	65	75
зграде намењене здравству и социјалној заштити	100	120
зграде намењене туризму и угоститељству	90	100
зграде намењене спорту и рекреацији	80	90
зграде намењене трговини и услужним делатностима	70	80

Енергетски разреди (1)

- **Енергетски разред** за зграде одређује се на основу максималне дозвољене годишње потребне финалне енергије за грејање [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$], која је дефинисана Правилником о енергетској ефикасности зграда, и то посебно за нове и постојеће зграде . Максимална дозвољена годишња потребна финална енергија за грејање $Q_{H,nd,max}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] одговара енергетском разреду „С“.
- **Енергетски разред зграде** је показатељ енергетских својстава зграде. Изражен је преко релативне вредности годишње потрошње финалне енергије за грејање [%], и представља процентуални однос специфичне годишње потребне топлоте за грејање $Q_{H,nd}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] и максимално дозвољене $Q_{H,nd,max}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] за одређену категорију зграда:

$$Q_{H,nd,rel} = (Q_{H,nd} / Q_{H,nd,max}) \times 100\%$$

Енергетски разреди (2)

Енергетски разреди за стамбене зграде:

Зграде са једним станом		нове	постојеће	Зграде са више станова		нове	постојеће
Енергетски разред	[%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	Енергетск и разред	[%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 10	≤ 12	A+	≤ 15	≤ 9	≤ 10
A	≤ 25	≤ 17	≤ 20	A	≤ 25	≤ 15	≤ 18
B	≤ 50	≤ 33	≤ 38	B	≤ 50	≤ 30	≤ 35
C	≤ 100	≤ 65	≤ 75	C	≤ 100	≤ 60	≤ 70
D	≤ 150	≤ 98	≤ 113	D	≤ 150	≤ 90	≤ 105
E	≤ 200	≤ 130	≤ 150	E	≤ 200	≤ 120	≤ 140
F	≤ 250	≤ 163	≤ 188	F	≤ 250	≤ 150	≤ 175
G	> 250	>163	> 188	G	> 250	>150	> 175

Енергетски разреди (2а)

1.1 Енергетски

1.2 Енергетски

Зграде са једним станом	
Енергетски разред	$Q_{H,nd,r}$ [%]
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

Управне и Енергетски разред
A+
A
B
C
D
E
F
G

Зграде намењене здравственој и социјалној заштити	
Енергетски разред	$Q_{H,n}$ [%]
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

Енергетски разред	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	нове	постојеће
		$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 12	≤ 14
A	≤ 25	≤ 20	≤ 23
B	≤ 50	≤ 40	≤ 45
C	≤ 100	≤ 80	≤ 90
D	≤ 150	≤ 120	≤ 135
E	≤ 200	≤ 160	≤ 180
F	≤ 250	≤ 200	≤ 225
G	> 250	> 200	> 225

Зграде са више станова	
Енергетски разред	$Q_{H,nd,s}$ [%]
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

Зградски образовани и Енергетски разред
A+
A
B
C
D
E
F
G

Зграде намењене туризму и угоститељству	
Енергетски разред	$Q_{H,n}$ [%]
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

Енергетски разред	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	нове	постојеће
		$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 10	≤ 12
A	≤ 25	≤ 18	≤ 20
B	≤ 50	≤ 35	≤ 40
C	≤ 100	≤ 70	≤ 80
D	≤ 150	≤ 105	≤ 120
E	≤ 200	≤ 140	≤ 160
F	≤ 250	≤ 175	≤ 200
G	> 250	> 175	> 200



Хвала на пажњи!