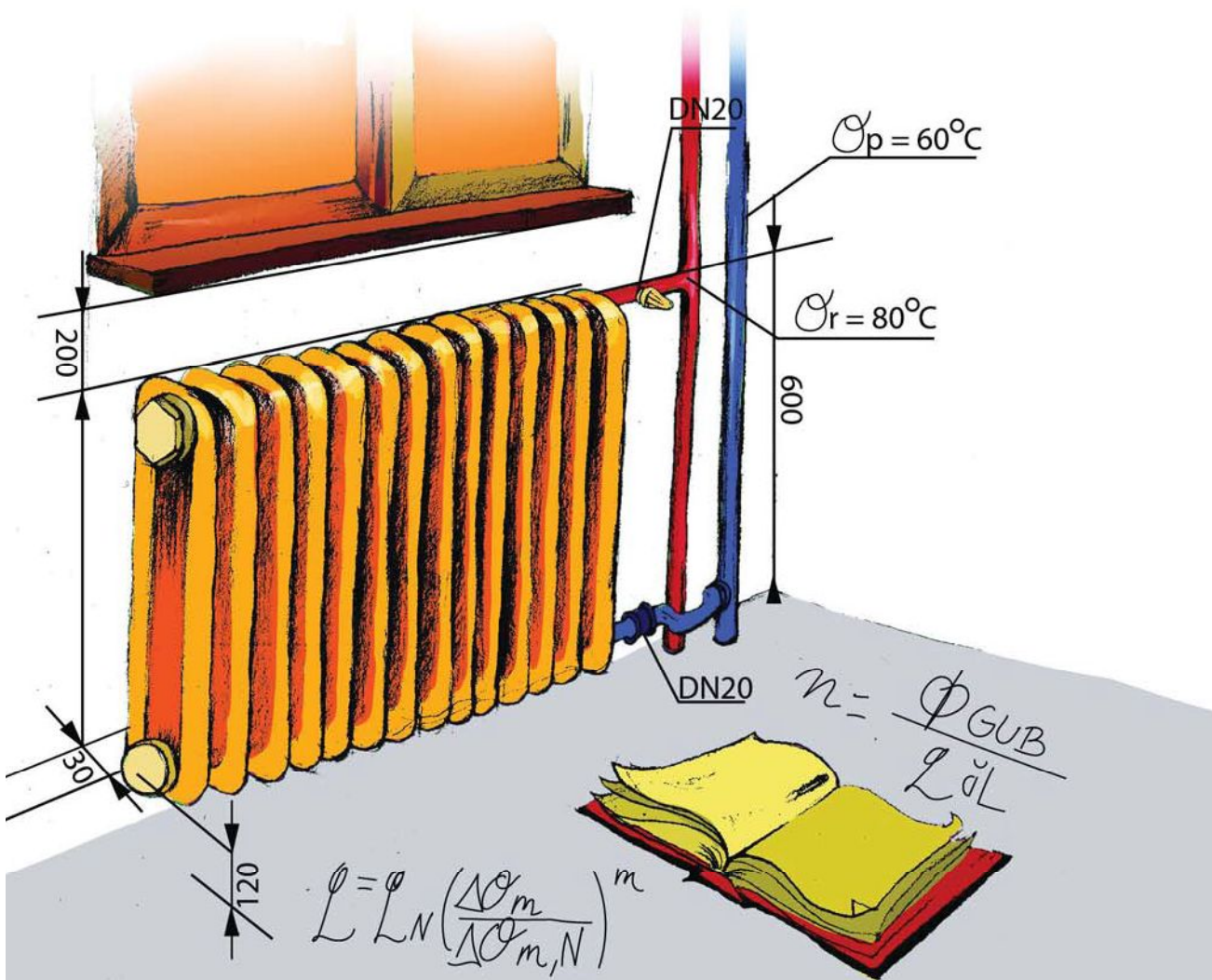


Тамара С. Бајц
Маја Н. Тодоровић

ТЕХНИКА ГРЕЈАЊА КРОЗ ПРИМЕРЕ ИЗ ПРАКСЕ



ТАМАРА С. БАЈЦ
МАЈА Н. ТОДОРОВИЋ

ТЕХНИКА ГРЕЈАЊА КРОЗ ПРИМЕРЕ ИЗ ПРАКСЕ

БЕОГРАД, 2022.

доц. др Тамара С. Бајц
проф. др Маја Н. Тодоровић

ТЕХНИКА ГРЕЈАЊА КРОЗ ПРИМЕРЕ ИЗ ПРАКСЕ

Рецензенти:

проф. др Милан Гојак, ред. проф.
проф. др Драган Туцаковић, ред. проф.

Издавач:

Универзитет у Београду
Машински факултет
Ул. Краљице Марије бр.16, Београд
тел. (011) 3370-760
факс. (011) 3370-364
www.mas.bg.ac.rs

За издавача:

Декан, др Владимир Поповић, ред. проф.

Уредник:

др Милан Лечић, ред. проф.
Председник комисије за издавачку делатност
Машинског факултета Универзитета у Београду

Илустратор:

Алекса Скочајић

Дизајн и прелом:

Катарина Човић

Тираж: 300 примерака

Штампање издања одобрила:
Комисија за издавачку делатност
Машинског факултета Универзитета у Београду
и Декан Машинског факултета
одлуком бр. 01/2022
од 02.02.2022. године

Штампа:

ПЛАНЕТА ПРИНТ, Београд
www.planeta-print.rs

ISBN: 978-86-6060-110-2

© Забрањено прештампавање и фотокопирање.
Сва права задржавају издавач и аутори.

Предговор

Публикација из технике грејања је намењена првенствено студентима Машинског факултета као помоћни уџбеник који прати наставни програм на Катедри за термотехнику, али је поред тога намењена и инжењерима који се баве пројектовањем термотехничких инсталација, јер садржи велики број практичних израза за различите прорачуне, инжењерских препорука за пројектовање, тумачења основних разлика у методологијама стандарда за прорачун губитака топлоте, као и прегршт примера из праксе.

Збирка је настала кроз вишегодишњи рад аутора на Катедри за термотехнику у оквиру наставе из предмета Основе технике грејања и Системи централног грејања. Садржи изводе из теоријске и практичне наставе на поменути предметима, као и цитате из признате домаће и светске литературе која се бави тематиком термотехнике.

Са жељом да се техника грејања приближи читаоцима, дати су детаљни коментари и објашњења за решавање задатака из праксе. Претпоставља се да студенти поседују одговарајуће теоријско предзнање да би могли да реше задатке који су дати у оквиру збирке. Збирка је подељена на осам тематских целина, које прате предавања.

Захвалност

Аутори се захваљују својим породицама на неизмерној љубави, подршци и разумевању.

Такође се захваљују Министарству просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије које финасира пројекат по Програму истраживања научног и технолошког развоја Републике Србије ТР 33047, по уговору 451-03-9/2021-14/200105 од 05.02.2021. године, а чији је део резултата истраживања представљен у Примеру 2.2, у оквиру Поглавља 2.

Аутори се захваљују рецензентима, проф. др Милану Гојаку и проф. др Драгану Туцаковићу, на веома корисним саветима, коментарима и сугестијама током писања ове публикације.

У Београду, 2022.

Аутори

Садржај

ПРЕДГОВОР	3
ЗАХВАЛНОСТ	4
1. УВОД	13
2. ТЕРМИЧКИ ПАРАМЕТРИ СРЕДИНЕ И УСЛОВИ УГОДНОСТИ	15
Пример 2.1. PPD индекс на основу PMV индекса	19
Пример 2.2. Графички приказ корелације између PMV и PPD индекса	19
3. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРОЈЕКТНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ	21
4. ПРЕНОШЕЊЕ ТОПЛОТЕ КРОЗ ТЕРМИЧКИ ОМОТАЧ ЗГРАДЕ	25
Пример 4.1. Коефицијент пролажења топлоте кроз вишеслојни зид	37
Пример 4.2. Коефицијенти пролажења топлоте кроз вишеслојни зид за више различитих термоизолација	38
Пример 4.3. Коефицијенти пролажења топлоте кроз вишеслојни зид за различите дебљине изолације	39
Пример 4.4. Топлотни флуks кроз 1 m ² вишеслојног зида	41
Пример 4.5. Смањење коефицијента пролажења топлоте	41
Пример 4.6. Температура негрејане просторије	42
Пример 4.7. Температура негрејане просторије са прозором	43
5. ПРОРАЧУН ГУБИТАКА ТОПЛОТЕ	45
Пример 5.1. Трансмисиони и вентилациони губици топлоте	48
Пример 5.2. Укупни губици топлоте према DIN 4701:1959	49
Пример 5.3. Укупни губици топлоте према SRPS EN 12831:2017	51
Пример 5.4. Број измена ваздуха на час	53
Пример 5.5. Масени проток ваздуха потребан да се инфилтрацијом задовољи хигијенски минимум	54
6. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ГРЕЈНИХ ТЕЛА	55
Пример 6.1. Алуминијумски радијатори	57
Пример 6.2. Челични панелни радијатори	59
Пример 6.3. Цевни регистри	61

Пример 6.4. Сушачи пешкира	62
Пример 6.5. Подни конвектори са природном конвекцијом	64
Пример 6.6. Клизни дијаграм	66
7. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ИЗВОРА ТОПЛОТЕ И ПОМОЋНИХ УРЕЂАЈА	69
Пример 7.1.	
а) Топловодни котло на чврсто гориво	71
б) Површина попречног пресека димњака	71
Пример 7.2. Отворени експанзиони суд	72
Пример 7.3. Затворени експанзиони суд	72
8. ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ЕНЕРГИЈА И МАСА ГОРИВА ЗА ГРЕЈАЊЕ	77
8.1. Класични метод степен дана	77
Пример 8.1.1. Годишња финална енергија за грејање класичним методом степен дана	81
Пример 8.1.2. Годишња потрошња мрког угља за грејање методом степен дана	82
8.2. Потпуно дефинисан месечни и сезонски квази-статички метод прорачуна према SRPS EN ISO 52016-1:2017	82
9. ПРОРАЧУН ПАДА ПРИТИСКА У ЦЕВНОЈ МРЕЖИ	85
Пример 9.1. Падови притиска услед трења и локалних отпора при струјању воде кроз цевовод	86
10. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	89
ЛИТЕРАТУРА	91

ПРИЛОГ

П 1. Отпор пролажењу топлоте кроз одећу и фактор одевености за најчешће комбинације одеће [2, 4]	94
П 2. Типично одавање топлоте човека у функцији од физичке активности [2, 4]	94
П 3. Највеће дозвољене вредности коефицијента пролажења топлоте, U_{max} [W/(m ² K)], кроз елементе термичког омотача зграде [7]	95
П 4. Коефицијенти пролажења топлоте и фактор пропустљивости Сунчевог зрачења у зависности од врсте стакла [7]	96
П 5. Коефицијенти пролажења топлоте кроз прозорске оквире од дрвета [7]	96
П 6. Коефицијенти пролажења топлоте кроз прозорске оквире од PVC шупљих профила [7]	97
П 7. Коефицијенти пролажења топлоте кроз металне оквире прозора [7]	97

П 8. Фактор корекције температуре ψ_g за топлотне мостове између оквира и стакла [7]	97
П 9. Физичке особине савремених материјала који се користе у грађевинарству [31]	98
П 10. Фактор узгревања f_{RH} [W/m^2] према SRPS EN 12831:2017 [8]	99

СПИСАК СЛИКА

Слика 2.1. Одређивање PPD индекса на основу PMV индекса	19
Слика 2.2. Веза PMV и PPD индекса	20
Слика 4.1. Конструкција вишеслојног зида	37
Слика 4.2. Графички приказ и поређење резултата	39
Слика 4.3. Графички приказ и поређење коефицијената пролажења топлоте за различите дебљине изолација	40
Слика 4.4. Основа и вертикални пресек негрејане просторије	42
Слика 4.5. Основа и вертикални пресек негрејане просторије са прозором	43
Слика 5.1. Просторија за прорачун губитака топлоте	50
Слика 6.1. Основа купатила	62
Слика 6.2. Основа купатила са позицијом сушача пешкира	64
Слика 6.3. Губици топлоте зграде у функцији од спољашње температуре ваздуха	67
Слика 6.4. Клизни дијаграм температуре разводне и повратне воде у функцији од спољашње температуре ваздуха	68

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 2.1. ASHRAE Скала за одређивање термичке угодности [1-2]	16
Табела 2.2. Очекивана расподела оцена људи о топлотном комфору и веза између PMV и PPD индекса [3]	18
Табела 2.3 Категорије унутрашње средине [3]	18
Табела 3.1. Спољне пројектне температуре за градове у Републици Србији [7]	22
Табела 3.2. Број степен дана за грејање HDD, број дана грејања HD и средња температура грејног периода $\theta_{H,min}$ [$^{\circ}C$] за места у Републици Србији [7]	22
Табела 3.3. Унутрашње пројектне температуре за различите намене просторија, односно зграда према стандарду SRPS EN 12831:2017 [8]	23
Табела 3.4. Унутрашње пројектне температуре према ASHRAE Handbook Applications [9] у зависности од намене зграда односно просторија	24
Табела 4.1. Коефицијент прелажења топлоте α [$W/(m^2K)$] [7]	27
Табела 4.2. Особине грађевинских материјала [7]	27

Табела 5.1. Коефицијенти пролажења топлоте кроз различите елементе термичког омотача	49
Табела 5.2. Решење задатка - прорачун губитака топлоте према стандарду DIN 4701:1959	51
Табела 5.3. Решење задатка - прорачун губитака топлоте према стандарду SRPS EN 12831:2017	52
Табела 6.1. Карактеристике алуминијумског чланкастог радијатора модел "VOX", произвођача "Глобал", Италија [15]	57
Табела 6.2. Номинално одавање топлоте $Q_{GT,N}$ [W] челичних панелних радијатора „Југотерм“ тип 22 за температурни режим 90/70/20°C [16]	59
Табела 6.3. Димензије челичних бешавних цеви [17]	61
Табела 6.4. Карактеристике сушача пешкира "ЦИНИ Еуропа Инокс" [18]	53
Табела 6.5. Одавање топлоте подних конвектора са природном конвекцијом произвођача "Климаопрема" за температурни режим 90/70/20°C [19]	65
Табела 7.1. Додаци за димензионисање котла [13]	70
Табела 7.2. Технички подаци за котло на чврсто гориво Доминант Екстра модел "АБЦ", Ужице [21]	71
Табела 7.3. Карактеристике затвореног експанзионог суда произвођача ЕЛБИ, Италија, серија "ЕРЦЕ" [22]	73
Табела 7.4. Процентуално ширење воде n [%] у односу на $\vartheta = 10^\circ\text{C}$	73
Табела 7.5. Садржај воде у инсталацији [l/kW] инсталисане снаге [23]	73
Табела 8.1. Број дана грејања Z и температуре ϑ_g и ϑ_{sp} за градове у Републици Србији према класичној методи [13]	78
Табела 8.2. Коефицијент једновремености y [13]	79
Табела 8.3. Коефицијент температурног ограничења e_t [13]	79
Табела 8.4. Коефицијент експлоатационог ограничења e_b [13]	79
Табела 8.5. Степени корисности котлова, цевне мреже и регулације [7]	80
Табела 8.6. Доње топлотне моћи горива [24]	80
Табела 9.1. Физичке особине воде у зависности од температуре при $p=1 \text{ atm}$ [29-30]	86

СПИСАК КОРИШЋЕНИХ ОЗНАКА

w [m/s]	Брзина струјања флуида
Z, HD [-]	Број дана грејања
n [izm/h]	Број измена ваздуха на час
n [-]	Број чланака грејног тела, број цеви цевног регистра
h_{CR} [m]	Висина цевног регистра
Q_g [kWh/god]	Годишња потребна финална енергија за грејање
B [kg/god]	Годишња потрошња горива
ρ [kg/m ³]	Густина
δ [m]	Дебљина слоја материјала
$H_d \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3_{\text{N}}} \right] \right]$	Доња топлотна моћ горива
l_g [m]	Дужина споја стакло-рам
l_{CR} [m]	Дужина цевног регистра
ε [-]	Емисивност површи реалног тела
W [W/m ²]	Ефективна механичка снага
V [m ³]	Запремина
R [Pa/m]	Јединични пад притиска услед трења
$H \left[\frac{\text{WhPa}^{\frac{2}{3}}}{\text{m}^3\text{K}} \right]$	Карактеристика зграде
R [-]	Карактеристика просторије
ν [m ² /s]	Кинематска вискозност
ξ [-]	Коефицијент локалног отпора
α [W/m ² K]	Коефицијент прелажења топлоте
U, k [W/m ² K]	Коефицијент пролажења топлоте

$a \left[\frac{\text{m}^3}{\text{hmPa}^{2/3}} \right]$	Коефицијент пропустљивости процепа
$H_T, H_V [\text{W}/\text{m}^2]$	Коефицијент трансмисионог / вентилационог губитка
λ	Коефицијент трења
$h_r [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	Коефицијент преношења топлоте зрачењем
$h_c [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	Коефицијент преношења топлоте конвекцијом
$\vartheta_o [^\circ\text{C}]$	Оперативна температура
$I_d [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$	Отпор пролажењу топлоте кроз одећу
$\Delta p_{tr}, \Delta p_{lok} [\text{Pa}]$	Падови притиска услед трења и локалних отпора
$\rho_a [\text{Pa}]$	Парцијални притисак водене паре
$A_f [\text{m}^2]$	Површина рама
$A_g [\text{m}^2]$	Површина стакла
$\varphi [\text{W}/\text{m}^2]$	Површински топлотни флукс
$d_r, d_p [\text{mm}]$	Пречници сигурносног разводног и повратног вода
$n [\%]$	Процентуално ширење воде
$\Delta\theta [^\circ\text{C}]$	Разлика температура
$v_{ar} [\text{m}/\text{s}]$	Релативна брзина ваздуха
$Q_k [\text{W}]$	Снага котла
$c [\text{J}/(\text{kgK})]$	Специфични топлотни капацитет
$\vartheta_s [^\circ\text{C}]$	Спољашња температура ваздуха
$\vartheta_{sp} [^\circ\text{C}]$	Спољашња пројектна температура ваздуха
$\overline{\vartheta}_r [^\circ\text{C}]$	Средња радијантна температура
$\Delta\theta_m [^\circ\text{C}]$	Средња температурна разлика
$\theta_{H,mn}, \vartheta_g [^\circ\text{C}]$	Средња температура грејног периода

$\eta_k, \eta_c, \eta_r [-]$	Степен корисности котла, цевне мреже и регулације
$M [W/m^2]$	Степен метаболичке активности
$\sigma [W/m^2K^4]$	Стефан-Болцманова константа
$\vartheta_a [^{\circ}C]$	Температура ваздуха
$\vartheta_d [^{\circ}C]$	Температура површине одеће
$\vartheta_r, \vartheta_p [^{\circ}C]$	Температура разводне и повратне воде
m	Термичка карактеристика грејног тела-експонент грејног тела
$\lambda [W/mK]$	Топлотна проводљивост
$Q_{GUB}, \Phi_{GUB} [W]$	Топлотни проток кроз термички омотач зграде (губици топлоте)*
$\Phi [W]$	Топлотни флуks
$E [W]$	Топлотни флуks зрачењем
$\vartheta_{int,i}, \vartheta_{un} [^{\circ}C]$	Унутрашња пројектна температура
$\psi_g [-]$	Фактор корекције температуре за спој стакло-рам
$f_d [-]$	Фактор одевености

СПИСАК КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning

Engineers – Америчко друштво инжењера за грејање, хлађење и климатизацију

DR (Draft Rate) – проценат незадовољних промајом, степен промаје

PD (Percentage of Dissatisfied) – проценат незадовољних

PMV (Predicted Mean Vote) – индекс топлотног комфора

PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) – индекс топлотног комфора

* Различите ознаке за исту физичку величину су коришћене због различитих начина прорачуна који су дефинисани одговарајућим стандардима. Ознака указује на стандард који је примењен за прорачун.

1 УВОД

Помоћни уџбеник примера из инжењерске праксе пројектовања система грејања је подељен у осам тематских целина које прате садржај теоријске и практичне наставе на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У оквиру поглавља Термички параметри средине и услови угодности приказани су примери настали као резултат вишегодишњег истраживања из области топлотног комфора. Дате су најважније смернице за пројектовање, као и примери прорачуна индекса топлотног комфора.

У поглављу Климатске карактеристике и пројектне температуре приказане су основне климатске карактеристике поднебља Србије и дате су препоручене вредности спољашњих температура које се усвајају приликом прорачуна, као и препоруке унутрашњих пројектних температура.

Поглавље Преношење топлоте кроз термички омотач зграде садржи решене примере прорачуна коефицијената пролажења топлоте кроз елементе термичког омотача и прорачун температуре ваздуха у негрејаној просторији.

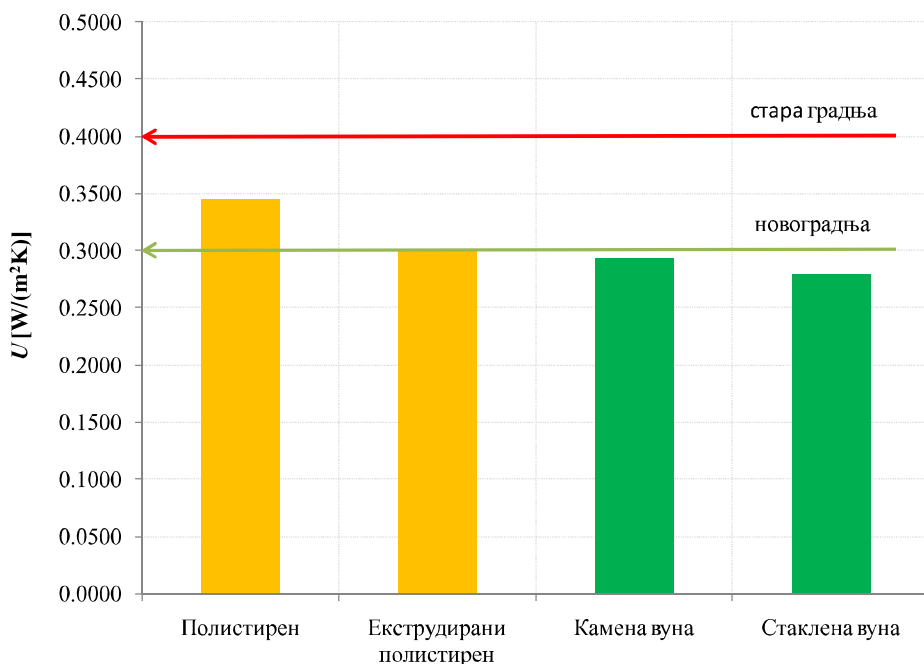
Поглавље Прорачун губитака топлоте приказује примере прорачуна на основу два најважнија стандарда DIN 4701:1959 и SRPS EN 12831:2017. У оквиру четвртог поглавља дате су и најважније разлике између ова два стандарда и њихово тумачење.

Поглавље Димензионисање грејних тела садржи примере димензионисања радијатора, цевастих грејних тела и подних конвектора на примеру стамбене зграде.

У поглављу Димензионисање извора топлоте и помоћних уређаја приказани су примери избора котла, сигурносних водова, димњака и затвореног и отвореног експанзионог суда.

Поглавље Годишња потребна енергија и маса горива за грејање садржи примере прорачуна Методом степен дана и Потпуно дефинисаним месечним квази-статичким методом прорачуна према SRPS EN ISO 52016-1:2017.

У оквиру поглавља Прорачун пада притиска у цевној мрежи приказан је прорачун димензионисања цевне мреже система централног грејања за стамбену зграду.



Слика 4.2. Графички приказ и поређење резултата

Пример 4.3. Упоредити коефицијенте пролажења топлоте кроз више-слојни зид приказан на Слици 4.1. за следеће дебљине термоизолације: 5, 8 и 10 cm. Која од наведених дебљина задовољава услове прописане Правилником о енергетској ефикасности зграда за спољашње зидове постојеће зграде (Прилог ПЗ)? Сматрати да је изолација камена вуна и потребне податке усвојити из Табеле 4.2.

Решење:

Коришћењем формуле:

$$U = k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_s}},$$

за различите дебљине термоизолације добијају се следећа решења:

$$a) \quad U_{5\text{cm}} = k_{5\text{cm}} = \frac{1}{\frac{1}{7,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,25}{0,99} + \frac{0,05}{0,038} + \frac{0,02}{1,4} + \frac{1}{25}}$$



Репетиторијум

Стандард DIN 4701:1959

Трансмисиони губици топлоте:

$$Q_{TR} = k \cdot A \cdot \Delta\theta \text{ [W]} \quad (5.1)$$

Вентилациони губици топлоте:

$$Q_V = \Sigma(a \cdot l) \cdot R \cdot H \cdot \Delta\theta \cdot Z_E \quad (5.2)$$

Укупни губици топлоте:

$$Q_{uk} = Q_{TR} \cdot (1 + Z) + Q_V \quad (5.3)$$

Стандард SRPS EN 12831:2017

Трансмисиони губици топлоте:

$$\Phi_{TR} = H_T \cdot \Delta\theta \quad (5.4)$$

$$\Phi_{TR} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int} - \vartheta_e) \text{ [W]} \quad (5.5)$$

Вентилациони губици топлоте:

$$\Phi_V = H_V \cdot \Delta\theta = \rho \cdot c_p \cdot n \cdot V \cdot (\vartheta_{int} - \vartheta_e) \text{ [W]} \quad (5.6)$$

Снага потребна за надокнаду топлотних губитака услед прекида у грејању⁵:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \text{ [W]} \quad (5.7)$$

Укупни губици топлоте:

$$\Phi_i = \Phi_{TR,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \text{ [W]} \quad (5.8)$$

⁵ Видети прилог П.10.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Environment Design CIBSE Guide A, 7th ed., CIBSE, Great Britain, 2006.
- [2] M.S. Owen, ed., ASHRAE Handbook Fundamentals, ASHRAE, Atlanta, GA 30329, 2009.
- [3] ISO 7730:2005 International Standard - Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, 2005.
- [4] T.S. Bajc, The local thermal comfort impact on working productivity loss in non-residential buildings, University of Belgrade, 2017.
- [5] B.W. Olesen, How to measure mean radiant, operative and equivalent temperature correctly, in: The 12th Symposium on Man-Thermal Environment System (Tokyo 1988), 1988: pp. 96–103.
- [6] S.C. Turner, G. Paliaga, B.M. Lynch, E.A. Arens, R.M. Aynsley, G.S. Brager, et al., ASHRAE STANDARD 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 2010.
- [7] Правилник о енергетској ефикасности зграда, Службени гласник Републике Србије бр.61/2011, Србија, 2011.
- [8] SRPS EN 12831-1:2017 – Енергетске перформансе зграда – Метода за прорачун пројектног топлотног оптерећења – Део 1: Топлотно оптерећење грејаног простора, модул М3-3, 2017.
- [9] ASHRAE, ASHRAE Handbook Applications, ASHRAE, Atlanta, GA 30329, Atlanta, GA 30329, 2009.
- [10] O.G. Martynenko, P.P. Kharmskov, Free-Convective Heat Transfer With Many Photographs of Flows and Heat Exchange, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. doi:10.1201/b11756-9.

- [11] F. Incropera, D. Dewitt, T. Bergman, A. Lavine, Fundamentals of heat and mass transfer, 6th ed., John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England Telephone, 2007.
- [12] DIN 4701:1959 Правила за израчунавање потреба за грејање зграда; основна правила прорачуна, Немачки Институт за Стандардизацију, Немачка, 1959.
- [13] Б. Тодоровић, Пројекторвање постројења за централно грејање, Универзитет у Београду Машински факултет, Београд, 2009.
- [14] М. Милијашевић, Т. Бајц, М. Тодоровић, Утицај методологије прорачуна губитака топлоте према DIN 4701 из 1959. и SRPS EN 12831:2012 на потребну инсталисану снагу грејних тела: 45. Међународни Конгрес о КГХ, СМЕИТС, Београд, 2014. <https://izdanja.smeits.rs/index.php/kgkh/article/view/4944>.
- [15] GLOBAL Vox technical data - <https://www.globalradiatori.it/en/products>, Accessed 14.01.2022.
- [16] Југотерм панелни радијатори - <https://www.termovent.co.rs/img/grp-jugoterm.pdf>, Accessed 14.01.2022.
- [17] SRPS EN 10220:2005 - Шавне и бешавне челичне цеви - Мере и подужна маса, (2005).
- [18] Цини Еуропа сушачи пешкира - <https://www.cini.rs/portfolio/radijatori-za-kupatilo-europa-inox/>, Accessed 14.01.2022.
- [19] Подни конвектори Климаопрема - https://www.klimaoprema.hr/Solve_AirFolders/HVAC/Air%20treatment/PKN/Downloads/Product%20catalog_Podni%20konvektori%20Katalog%20proizvoda_HR.pdf, Accessed 14.01.2022.
- [20] Рекнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, Грејање и климатизација укључујући топлу воду и технику хлађења, Интерклима, Врњачка Бања, 2004.
- [21] Доминант Екстра модел “АБЦ”, Ужице - <https://abcproizvod.rs/proizvodi/kotao-dominant-extra/>, Accessed 14.01.2022.
- [22] Елби експанзионе посуде - www.elbi.it, Accessed 14.01.2022.
- [23] Садржај воде у инсталацији - https://www.reflex-winkelmann.com/en/products/reflex_products/heiz_solar_kuehlwasser/, Accessed 14.01.2022.
- [24] Доње топлотне моћи угља - <https://www.ugalj.rs/vrste-uglja.php>, Accessed 14.01.2022.

- [25] SRPS EN ISO 52016-1:2017 - Енергетске перформансе зграда – Енергија потребна за грејање и хлађење, унутрашње температуре и осетна и латентна топлотна оптерећења – Део 1: Поступци прорачуна, 2017.
- [26] M. Gojak, T. Bajc, Thermodynamic sustainability assessment for residential building heating comparing different energy sources, *Sci. Technol. Built Environ.* 0 (2021) 1–11. doi:10.1080/23744731.2021.1908043.
- [27] M. Todorović, T. Bajc, The influence of the building working regimes on total building energy consumption, in: *Proc. 3rd Reg. Conf. Ind. Energy Environ. Prot. Southeastern Eur. (IEEP 2011)*, Society of thermal engineers of Serbia, Кораоник, Serbia, 2011.
- [28] М.Н. Тодоровић, М. Ристановић, Ефикасно коришћење енергије у зградама, Универзитет у Београду, 2015.
- [29] Ђ. Козић, Б. Васиљевић, В. Бекавац, Приручник за термо-динамику у јединицама СИ, Универзитет у Београду Машински факултет, 2005.
- [30] Б. Васиљевић, М. Бањац, Приручник за термодинамику Табеле и дијаграми, Универзитет у Београду Машински факултет, 2012.
- [31] YTONG-<https://www.ytong.rs/ytong-proizvodi.php>, Accessed 14.01.2022.

Изводи из рецензија

"Књига *Техника грејања кроз примере из праксе* добро је организована, поглавља имају логичан след, текст се чита са лакоћом, језик је разумљив, реченице су јасне. Примери су добро одабрани и објашњени. Визуелни изглед књиге, графичка обрада текста, слике, дијаграми, формуле, табеле, на високом су нивоу. Садржај књиге добро је избалансиран и примерен предвиђеној намени. Књига оваквог садржаја ће бити веома корисна, како студентима, тако и стручњацима у пракси.

Књигу *Техника грејања кроз примере из праксе*, аутора Тамаре Бајц и Маје Тодоровић, са задовољством, препоручујем за штампање."

проф. др Милан Гојак, ред.проф.

Машинског факултета Универзитета у Београду

"Теоријско градиво је јасно и систематично разрађено кроз мноштво корисних примера из инжењерске праксе пројектовања система централног грејања, који ће значајно помоћи студентима у савладавању теоријског градива, као и инжењерима термотехнике у њиховом раду. На почетку сваког поглавља налази се репетиторијум који истиче најважније једначине које се користе за прорачуне. Посебно се истиче поређење основних разлика у два најважнија стандарда DIN 4701:1959 и SRPS EN 12831:2017, што представља драгоцену помоћ будућим корисницима овог рукописа, а не налази се у до сада објављеној литератури.

На основу свега претходно наведеног, предлажем овај помоћни уџбеник за публикавање и штампу."

проф. др Драган Туцаковић, ред.проф.

Машинског факултета Универзитета у Београду