

Пројектовање система грејања, вентилације и климатизације за хотелски објект

Design of Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems for a Hotel Facility

Драгана Николић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – ЕНЕРГЕТИКА И ПРОЦЕСНА ТЕХНИКА

Кратак садржај – У овом раду је приказан прорачун и избор опреме за грејање, вентилацију и климатизацију, подељена у изворе грејања и хлађења, прорачуне топлотних губитака и избор грејних тела специфицираних за хотелски објект. У закључку је образложено зашто је усвојен одређени систем који ће на најефектнији начин обезбедити енергетске потребе објекта.

Кључне речи: грејање, вентилација, климатизација

Abstract – This paper presents the calculation and selection of heating, ventilation and air conditioning equipment, divided into heating and cooling sources, heat loss calculations and the selection of heating elements specific to a hotel facility. The conclusion explains why a particular system was adopted that will most effectively meet the facility's energy needs.

Keywords: heating, ventilation, air conditioning

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Александар Анђелковић.

1. УВОД

Пројектовање система грејања, вентилације и климатизације у хотелима подразумева прецизно одређивање термичких оптерећења како би се обезбедили оптимални услови микроклиме у затвореном простору и енергетска ефикасност. У савременој пракси, употреба специјализованог софтвера омогућава детаљну анализу и димензионисање система, уз минимизирање грешака и бржу координацију са архитектонским плановима. Преглед метода пројектовања хотела:

1.1. Анализа потреба и захтева

Дефинисање броја соба, капацитета хотела, јавних простора (ресторани, сале, теретане), процена термичких оптерећења за грејање, хлађење и вентилацију.

1.2. Избор типа система

VRF/VRV системи – флексибилни, омогућавају зонирање по собама. Централни HVAC системи – погодни за веће хотеле са централним котловима и климатизацијом. Подно грејање и хлађење – комфорни системи за собе.

1.3. Димензионисање и пројектовање

- Прорачун снаге грејања и хлађења
- Избор радијатора, вентилатора-конвектора, канала, ресетки и дифузора
- Планирање цевовода, канала и рекуператора ваздуха
- Оптимизација енергетске ефикасности.

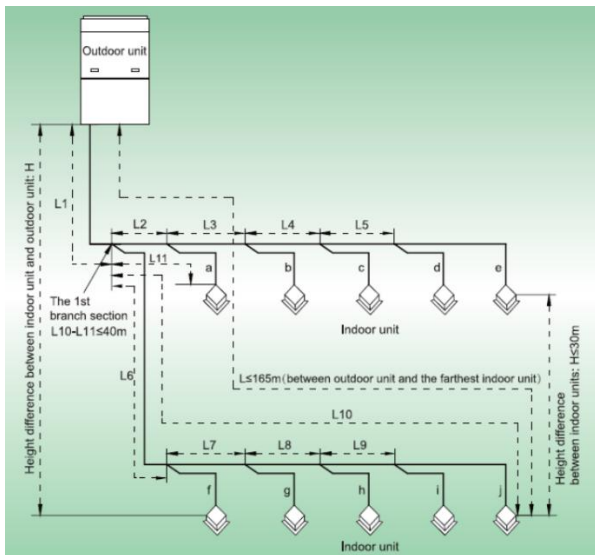
1.4. Софтвери

Софтвер омогућава симулацију термичких оптерећења, вентилације, потрошње енергије и димензионисања елемената система, као на пример HAP, AutoCAD, Ханибал и др.

Табела 1. Збирни губици топлоте по спратовима

	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{hl}
	°C	m ²	m ³	W
Сутерен	18,9	363,3	941,5	12002
Приземље	20,0	233,8	792,5	15200
1. Спрат	20,0	396,2	1215,9	28332
2. Спрат	20,0	304,8	987,7	18111
Поткровље	20,0	216,3	457,7	17914
Укупно		1514,4		91559,7

Као заједнички систем одабран је VRF (енгл. Variable Refrigerant Flow) систем који користи фреон који се континуирано прилагођава потребама појединачних просторија или зона.



Слика 1. Приказ повезивања спољне VRF јединице са унутрашњим [1]

2. ПРИНЦИП РАДА СИСТЕМА ГРЕЈАЊА, ВЕНТИЛАЦИЈЕ И ХЛАЂЕЊА

Принцип рада у режиму хлађења заснива се на парно-компресорском циклусу: Компресор у спољашњој јединици сабија расхладни гас, расте притисак и температура, затим у кондензатору се топлота предаје спољашњим ваздухом, а гас прелази у течно стање, течност долази до експанзионог вентила, где долази до пада притиска и температуре, након тога у испаривачу (унутрашња јединица) расхладно средство испарава и преузима топлоту из просторије, охлађени ваздух се вентилатором убацује у просторију, гас се враћа ка компресору и циклус се наставља.

Рад компресора (адијабатски процес), компресор тражи електричну енергију да би подигао температуру расхладног средства. Код VRF система, количина фреона која иде ка свакој унутрашњој јединици прецизно се дозира помоћу електронског експанзионог вентила, у зависности од захтева простора. Метода која се користила се заснива на прорачуну топлотних губитака у појединим трасама по 1 м предизоливане цеви, узимајући у обзир старост топловода и тренутно стање изолације

Расхладни učinak:

$$Q_e = m \cdot (h_1 - h_4) \left[\frac{W}{m} \right] \quad (1)$$

m – масени проток

h – енталпија расхладног средства

Коефицијент перформанси:

$$COP = \frac{Q_k}{W} \quad (2)$$

2.1. Принцип рада електро-котла

Базиран је на директној конверзији електричне енергије у топлоту.

$$Q = I^2 R t \quad (3)$$

$$P = IU \quad (4)$$

Састоји се од: електричних грејача, измењивачког суда са водом, сигурног термостата, регулационог

термостата и циркулационе пумпе. Принцип рада електро котла: термостат региструје пад температуре, укључују се грејачи, струја протиче кроз отпорник, отпорник се загрева, топлота се преноси кондукцијом на воду, циркулациона пумпа дистрибуира топлу воду ка радијаторима или подном грејању.

$$Q = mc\Delta T \quad (5)$$

Ефикасност котла η је приближно 99% јер се сва електрична енергија претвара у топлоту. $COP = 1$.

2.2. Принцип рада спољне и унутрашње јединице клима коморе за вентилацију

Компресор спољна јединица хлади или греја расхладни ваздух, расхладни флуид пролази кроз цевовод до унутрашње јединице, где се апсорбује или предаје топлоту ваздуху у просторији, вентилатори у унутрашњем покретању ваздуха кроз решетке и канале, осигуравајући уједначену температуру и квалитет ваздуха, систем може укључити рекуперацију топлоте и регулацију влажности.

Прорачун губитака топлоте извршен је у складу са стандардом СРПС ЕН 12831.

Укупни губици топлоте:

$$Q = Q_T + Q_v + Q_{rh} [W] \quad (6)$$

$Q_T [W]$ – трансмисиони губици топлоте

$Q_v [W]$ – вентилациони губици топлоте

$Q_{rh} [W]$ – топлота за компензацију прекида грејања

Трансмисиони губитак топлоте:

$$Q_t = Q_0 \cdot (1 + Z_d + Z_s) [W] \quad (7)$$

$Q_0 [W]$ – основни губитак топлоте

$Z_d [-]$ – додатак на прекид у раду

$Z_s [-]$ – додатак на страну света

Основни губитак топлоте:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n k \cdot F_i \cdot (t_p - t_i) [W] \quad (8)$$

$k [W/m^2K]$ – коефицијент

$F_i [m^2]$ – површина кроз коју се врши размена топлоте

$t_p [^\circ C]$ – унутрашња температура

$t_s [^\circ C]$ – спољна температура или температура суседне просторије

Вентилациони губитак топлоте:

$$Q_v = \sum (a \cdot b)_s \cdot R \cdot H \cdot (t_p - t_i) \cdot Z_e [W] \quad (9)$$

$a [m^3/hmPa^{2/3}]$ – пропустљивост процепа прозора и врата

$l [m]$ – дужина процепа прозора и врата

$R [-]$ – карактеристика просторије

$H [WhPa^{2/3}/m^3K]$ – карактеристика зграде

$Z_e [-]$ – додатак за положај прозора

Просторије без вентилационог система:

$$V = \max(0,5 \cdot V_{inf}, V_{min})$$

при чему је $Q_v = 0,34 \cdot V \cdot (T_{un} - T_s)$.

Просторије са вентилационим системом:

$$V = 0,5 \cdot V_{inf} + (1 - N_v) \cdot V_{su} + V_{emch}$$

3. ИЗБОР ГРЕЈНИХ ТЕЛА И ПРАТЕЋЕ ОПРЕМЕ

3.1. Избор каналске јединице

Унутрашња каналска јединица са инвертер мотором, има могућност блокирања дугмади на контролној табли, вентилатор са више брзине, опција подешавања измењивача топлоте. Капацитет грејања 3,2 kW и капацитет хлађења 2,8 kW. Расхладно средство је фреон R410A.



Слика 2. Унутрашња каналска јединица [4]

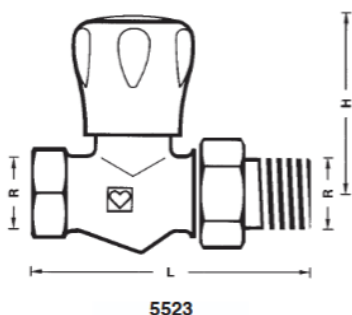
3.2. Избор касетне јединице



Слика 3. Изглед унутрашње касетне јединице [4]

Унутрашња касетна јединица има механички филтер (пластична мрежа), одвођење измењивача топлоте, главни и помоћни контролор, интегрисану одводну пумпу, четворосмерни превод ваздуха и вентилатор са више брзине, минималне брзине и висине величине. Блокови имају поуздану заштиту од замрзавања, преоптерећења и преливања кондензата. Капацитет грејања 6,3 kW и капацитет хлађења 5,6 kW. Расхладно средство је фреон R410A.

3.3. Избор радијаторског вентила



Слика 4. Избор радијаторског вентила [5]

HERZ-EK је ручни регулациони вентил за радијаторе са предрегулацијом, чија је главна намена регулација протока напојне воде на улазу у радијатор, прикључак је са конусним заптивачем.

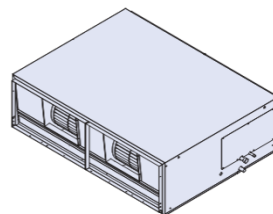
3.4. Избор експанзионе посуде



Слика 5. Изглед експанзионе посуде [4]

Експанзионе посуде играју кључну улогу у одржавању стабилности и ефикасности система грејања. Када се вода загрева, она се шири, што може довести до повећања притиска у систему. Експанзиона посуда ELBI ER 24 CE EL520024 апсорбује ово ширење, спречавајући прекомерно нагомилавање притиска и штитећи компоненте система од оштећења.

3.5. Избор клима коморе за вентилацију



Слика 6. Изглед унутрашње јединице клима коморе [7]

DK/DN сплит систем се налази од два одвојена елемента: - Унутрашња јединица високог статичког притиска (DK). - Компактна спољашња јединица (DN) са горњим испуштањем. Две јединице се повезују на лицу места коришћењем цеви за расхладно средство које испоручују други. DK/DN јединице су доступне у верзијама само за хлађење и са топлим пумпама, дизајнираним и оптимизованим за рад са расхладним средством R407C.

3.6. Предмер и предрачун

Предвиђена је набавка, транспорт и испорука свог потребног материјала и опреме, њихово уграђивање, испитивање и пуштање у пробни рад. Сав употребљени материјал мора бити према СРПС-у. Сви радови морају бити изведени стручном радном снагом, одговарајућим алатом, а у потпуности према српским прописима за ову врсту радова.

Табела 2. Укупан предрачун радова

Р. бр.	Опис	Укупно рад+материјал
	Хотел Theater	РСД
А	ГРЕЈАЊЕ	777.217,77
Б	КЛИМАТИЗАЦИЈА	6.034.851,45
В	ВЕНТИЛАЦИЈА	4.119.545,68
Г	ТРЕТИРАЊЕ САНИТАРНЕ ВОДЕ	205.959,00
Д	ПРИПРЕМНО ЗАВРШНИ РАДОВИ	445.502,96

4. ЗАКЉУЧАК

На основу извршених анализа усвојен је VRF систем као примарни извор грејања и хлађења, уз примену електро-котлова за посебне зоне. Укупни топлотни губици објекта од 91,5 kW потврђују да пројектовани системи задовољавају енергетске захтеве објекта. Предложено решење омогућава високу енергетску ефикасност, флексибилност управљања по зонама и дугорочну поузданост рада.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.hladisa.rs/sta-je-vrf/>
- [2] Рекнагел, Хенман и Шпренгер, *Грејање и климатизација*.
- [3] Б. Тодоровић, *Пројектовање постројења за централно грејање*.
- [4] <https://greeklime.rs/Gree-GMV-S120WL-A-S>
- [5] <https://www.etaz.rs/herz-radijatorski-ventil-1-2-ek-sn>
- [6] <https://itim.rs/proizvod/elbi-ekspanziona-posuda-er-24-ce/>
- [7] https://lh.airwellres.com/sites/default/files/product_uploads/EDM_DKDN_A_3GB.pdf

Кратка биографија:



Драгана Николић рођена је у Новом Саду 1996. год. Завршила Средњу медицинску школу „7. април“ у Новом Саду, након чега 2015. год. уписује Факултет техничких наука у области Машинство – Енергетика и процесна техника. Bachelor рад одбранила је 2023. год., а мастер рад 2026. год.
Контакт: draganan186@gmail.com