

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA” FAKULTETI I  
INXHINIERISË MEKANIKE PRISHTINË**



# **PUNIM I MASTERIT**

**ANALIZA DHE MODELIMI I BILANCEVE HIGRO - TERMIKE  
PËR NJË NDËRTESE**

**Bachelor:**  
**Petrit Prapashtica**

**Mentori:**  
**Prof. Asoc. Dr. Rexhep Selimaj**

**Prishtinë, 2018**



## NOMENKLATURA E SIMBOLEVE TË PËRDORURA

| Simbolet         | Njësia                    | Emërtimet  |
|------------------|---------------------------|--|
| $\alpha_e$       | [W/m <sup>2</sup> °C]     | koeficienti i transmetimit të nxehtësisë me konveksion   |
| $a$              |                           | faktor absorbues për rrezatimin me valë të shkurtër      |
| $A_{rad}$        | [m <sup>2</sup> ]         | emetimi i valëve radioaktive                             |
| $A_{mj}$         | [m <sup>2</sup> ]         | emetimi i valëve radioaktive në murin e jashtëm          |
| $A_{mb}$         | [m <sup>2</sup> ]         | emetimi i valëve radioaktive në murin e brendshëm        |
| $c$              | [W]                       | konstante lidhur me aktivitetin e pajisjeve dhe banorëve |
| $C_{CO}$         | [ppmV]                    | përqendrimi i ajrit                                      |
| $C_{CO_2,dh}$    | [ppmV]                    | përqendrimi i CO <sub>2</sub> brenda dhomës              |
| $c_{pa}$         | [J/kg°C]                  | nxehtësia specifike e ajrit të thatë                     |
| $g_{co2}$        | [m <sup>3</sup> co2/pers] | shkalla e gjenerimit të CO <sub>2</sub> për person       |
| $\alpha_i$       | [W/m <sup>2</sup> °C]     | koeficienti i transmetimit të nxehtësisë brenda shtëpisë |
| $\alpha_o$       | [W/m <sup>2</sup> °C]     | koeficienti i transmetimit të nxehtësisë në natyrë       |
| $\alpha_{rad}$   | [W/m <sup>2</sup> °C]     | koeficienti i transmetimit të nxehtësisë me rrezatim     |
| $I_j$            | [W/m <sup>2</sup> ]       | rrezatimi diellor në sipërfaqen e jashtme                |
| $m_{aj}$         | [kg]                      | prurja e ajrit në dhomë                                  |
| $\dot{m}_d$      | [kg/s]                    | prurja e ajrit në rrjetin e dërgimit                     |
| $\dot{m}_{vent}$ | [kg/s]                    | prurja e ajrit në rrjetin e ventilimit                   |
| $N_{nj}$         |                           | numri i banorëve në dhomë                                |
| $R_j$            | [°C/W]                    | rezistenca termike e dritares në sipërfaqen e jashtme    |
| $T_{ai}$         | [K]                       | temperatura e hyrjes së ajrit                            |
| $T_{sa}$         | [K]                       | temperatura e ajrit, nga priza e ftohjes                 |
| $T_{amb}$        | [K]                       | temperatura e jashtme                                    |
| $T_{mj,b}$       | [K]                       | temperatura e sipërfaqes së brendshme të murit           |
| $V$              | [m <sup>3</sup> ]         | Vëllimi i ajrit brenda dhomës                            |

PËRMBAJTJA

|   |    |
|---|----|
| <i>Hyrje</i> .....  | 3  |
| <b>1.0 SASIA E NEVOJSHME PËR NGROHJE DHE FTOHJE</b> .....                           | 7  |
| 1.1 <i>Nxehtësia e nevojshme për ngrohje</i> .....                                  | 7  |
| 1.2 <i>Bilanci termik për regjimin veror</i> .....                                  | 7  |
| 1.3 <i>Bilanci termik për regjimin dimëror</i> .....                                | 8  |
| 1.4 <i>Balancimi i CO<sub>2</sub></i> .....   | 8  |
| 1.5 <i>Formulat për llogaritjen e humbjeve termike</i> .....                        | 9  |
| 1.6 <i>Shtesat e burimeve termike</i> .....   | 10 |
| 1.7 <i>Ndikimi i rrezatimit diellor në brendësi të ndërtesës</i> .....              | 10 |
| 1.8 <i>Akumulimi i nxehtësisë nga rrezatimi diellor efekti i Fouries</i> .....      | 11 |
| 1.9 <i>Raporti i përfitmeve të nxehtësisë dhe ngarkesa termike</i> .....            | 13 |
| 1.10 <i>Transporti i nxehtësisë nëpër muret e jashtme</i> .....                     | 14 |
| 1.11 <i>Fitimet e nxehtësisë nga ndriçimi</i> .....                                 | 15 |
| <b>2.0 MODELIMI I ELEMENTEVE TË SISTEMEVE TË KLIMATIZIMIT TË AJRIT</b> .....        | 17 |
| 2.1 <i>Ridizajnimi i modelit</i> .....  | 17 |
| 2.2 <i>Modeli i ndërtesës</i> .....   | 21 |
| 2.3 <i>Modelimi i sistemit të ventilimit</i> .....                                  | 24 |
| 2.4 <i>Modelimi i ventilatorit</i> .....  | 24 |
| 2.4.1. <i>Modelimi matematikor i ventilatorit</i> .....                             | 25 |
| 2.5 <i>Modelimi i njësisë për rikuperimin e nxehtësisë</i> .....                    | 27 |
| 3.5.1. <i>Modelimi matematik i njësisë për rikuperimin e nxehtësisë</i> .....       | 28 |
| 2.6 <i>Modelimi i spiratlës së ngrohjes</i> .....                                   | 29 |
| 2.6.1. <i>Modeli matematikor i spiralës së ngrohjes</i> .....                       | 31 |
| 2.6.2. <i>Modelimi i lidhjes së devijuar</i> .....                                  | 34 |
| 2.6.3. <i>Modeli matematikor i lidhjes së devijuar</i> .....                        | 35 |
| 2.7. <i>Modeli tubave dhe kanaleve</i> .....  | 38 |
| 2.7.1. <i>Modeli matematikor i tubave dhe kanaleve</i> .....                        | 38 |
| 2.7.2. <i>Lidhja e secilit element të sistemit të klimatizimit</i> .....            | 44 |
| 2.8. <i>Shtrirja e modelit për të mundësuar ndryshimin e volumit të ajrit</i> ..... | 45 |
| 2.9. <i>Rimodelimi i spirales së ngrohjes</i> .....                                 | 46 |
| <b>3.0 MODELIMI I BILANCIT HIGRO-TERMIK TË HAPËSIRËS TERMIKE</b> .....              | 50 |
| 3.1 <i>Modelimi i ajrit të brendshëm</i> .....                                      | 50 |
| 3.2 <i>Lidhja e elementeve të dhomës</i> .....                                      | 50 |
| 3.3 <i>Kontrollimi i modelit të dhomës</i> .....                                    | 52 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 3.4        | <i>Lidhja e dhomave fçinje</i> .....   | 54 |
| 3.5.       | <i>Termo higrometria</i> .....   | 55 |
| 3.6.       | <i>Modeli i procesit në dhomë</i> .....  | 57 |
| 3.7.       | <i>Madhësitë themelore të ajrit të lagësht</i> .....                             | 59 |
| 3.7.1.     | <i>Presioni i ajrit të lagësht</i> .....   | 59 |
| 3.7.2.     | <i>Përmbajtja e lagështisë</i> .....   | 61 |
| 3.7.3.     | <i>Lagështia absolute</i> .....  | 62 |
| 3.7.4      | <i>Lagështia relative</i> .....  | 63 |
| <b>4.0</b> | <b><i>SIMULIMI I BILANCEVE HIGRO - TERMIKE</i></b> .....                         | 64 |
| 4.1        | <i>Modeli i temperaturës së dhomës</i> .....                                     | 64 |
| 4.2        | <i>Pajisjet që duhet të identifikohen</i> .....                                  | 65 |
| 4.2.1      | <i>Testi në temperaturën mesatare të rrezatimit</i> .....                        | 66 |
| 4.2.2      | <i>Testi në masën rrjedhëse të ajrit në thithje</i> .....                        | 68 |
| 4.3.       | <i>Temperatura e ajrit që del nga AC</i> .....                                   | 71 |
| <b>5.0</b> | <b><i>ANALIZA DHE PROJEKTIMI I SISTEMIT TË NGROHJES DHE TË FTOHJES</i></b> ..... | 74 |
| 5.1.       | <i>Trupat ngrohës</i> .....  | 76 |
| 5.2.       | <i>Tubacioni</i> .....   | 76 |
| 5.3.       | <i>Nënstacioni</i> .....   | 77 |
| 5.4.       | <i>Shqyrtimi dhe rregullimi</i> .....  | 77 |
| 5.5.       | <i>Punët ndërtimore</i> .....  | 78 |
| 5.6.       | <i>Pranimi dorëzimi i punëve të kryera</i> .....                                 | 78 |
| 5.7.       | <i>Paraqitja grafike e skemave</i> .....   | 78 |
|            | <b><i>PËRFUNDIMI</i></b> .....   | 90 |
|            | <b><i>LITERATURA</i></b> .....   | 91 |

## **HYRJE**

*Klima është një ndër faktorët më të rëndësishëm në jetën e njeriut. Roli i saj është shumë i ndjeshëm, jo vetëm për shëndetin por gjithashtu edhe për zhvillimin ekonomik të vendit. Studimi i faktorëve klimatik dhe elementeve klimatike është shumë me rëndësi në veçanti për kornizën shoqërore dhe ekonomike të një vendi në përgjithësi si dhe për sektorin e energjisë në veçanti.*

*Për ndërtesat e banimit, sipas rregullit, është e mjaftueshme ajrosja përmes dritareve të zakonshme, ndërsa në industrinë e prodhimeve të elementeve optike, ku parametrat e ajrit duhet të mbahen me saktësi të madhe mund ta mbajnë gjendjen e dëshiruar të ajrit.*

*Ajri i lagësht na jepet si njëra ndër përzierjet më të rëndësishme të gazrave. Njohja e vetive të ajrit të lagësht është e nevojshme sidomos për instalimet e kondicionimit të ajrit, në meteorologji dhe në teknikën e ftohjes.*

*Përdorimi i pajisjeve dhe i sistemit të ventilimit dhe të klimatizimit është rritur me rritjen e standardit të njerëzve, përveç në industrinë e caktuar, ku ajo është e domosdoshme edhe në vendet e qëndrimit të njerëzve.*

*Këtë përdorim e bënë të nevojshëm edhe ndryshimi i teknikës së ndërtimit (më shumë sipërfaqe me xhama, ndërtimi i lehtë më shumë dritë dhe me makina), si dhe prishja e ambientit rrethues (zhurma, pluhuri dhe gazra të ndryshme).*

*Me gjithë këtë kur kemi rritje të theksuar të çmimit të energjisë, shtohet nevoja e planifikimit serioz për të gjitha stabilimentet dhe posaçërisht nevoja e përdorimit dhe e izolimit termik, e mbrojtjes nga rrezatimi diellor, e zgjedhjes së sistemit adekuat të ventilimit ose të klimatizimit, e ripërtëritjes së energjisë, e përcaktimit të kohëzgjatjes së punës etj.*

*Duke përdorur shprehjet e nevojshme matematikore të ndërlydhura me balancet termike arrihet në modelet të cilat bëjnë llogaritjen dhe optimizimin e përdorimit të temperaturës dhe të sasisë së nevojshme të nxehtësisë për NVK të hapësirës, duke marrë për bazë parametrat e jashtëm higro-termik, strukturën e murit - materialet termoizoluese të mureve si dhe mënyrat e furnizimit me energji termike.*

*Gjatë projektimit të ndërtesave dhe konstruksioneve të tyre rrethuese duhet të merren parasysh veçoritë klimatike të vendit dhe klima e brendshme e ndërtesës (lokalit). Kështu, kjo gjendje e ajrit, për nga temperatura dhe lagështia, duhet të merret parasysh për objektet e ndryshme ndërtimore siç janë ato prodhuese, kulturore, administrative, të shëndetit, sportive dhe*

*të veprimtarive tjera.*

*Analiza dhe studimi i parametrave dhe faktorëve të mjedisit të brendshëm – hapësirës termike nxjerr në pah ndikimin e parametrave të jashtëm klimatikë e që është shumë me rëndësi për sektorin e energjisë - vlerësimin e kërkesës për energji dhe në përcaktimin e strategjive lidhur me shfrytëzimin efikas të energjisë. Për këtë arsye janë të nevojshme analiza dhe modele të gjithmbarshme përkatësisht bilance higro-termike të cilat shërbejnë për futjen në përdorim të të gjithë parametrave të mundshëm praktikë me synimin në përmirësimin e përdorimit efikas të energjisë dhe në kursimin e energjisë.*

## 1. SASIA E NEVOJSHME PËR NGROHJE DHE FTOHJE-NGARKESA TERMIKE

### 1.1. Nxehtësia e nevojshme për ngrohje

Përcaktimi i sasisë së nxehtësisë të nevojshme për ngrohje për regjimin dimëror të klimatizimit bëhet në të njëjtën mënyrë sikur edhe përcaktimi i sasisë së nxehtësisë të nevojshme për ngrohje, sipas shprehjes:

$$Q_n = Q_o (1 + Z_D + Z_o) \quad (1.1)$$

ku janë:

$Q_o$  – humbjet e nxehtësisë me transmision në lokal, në  $W$

$Z_D$  – shtesat për ngrohje të lokalit;

$Z_o$  – shtesat për orientim të lokalit;

$Q_v$  – nevojat e nxehtësisë për infiltrim të ajrit të jashtëm në lokal, në  $W$

Për një regjim termik stacionar, humbjet e nxehtësisë  $Q_o$  janë plotësisht të sakta sipas llogarive të bëra në lëmin e ngrohjes, por elementet e tjera nuk janë në përputhje me specifikat e sistemeve të klimatizimit.

Depërtimi i ajrit të jashtëm nëpër të qarat e dritareve të sistemet e klimatizimit mund të ndryshojë mjaft krahasuar me llogaritjet e sistemeve të ngrohjes. Pra nëse lokali që klimatizohet ndodhet në mbishtypje, në të do të hyjë një sasi më e vogël e ajrit të jashtëm, ndërsa kur lokali që klimatizohet është me nënshtypje, atëherë në të nëpërmjet të qarave do të hyjë një sasi shumë më e madhe e ajrit të jashtëm. Prandaj të sistemet e klimatizimit, përcaktimi i sasisë së nxehtësisë për shkak të depërtimit të ajrit të jashtëm  $Q_v$ , duhet të bëhet për çdo rast në veçanti.

Shtesa për ndërprerje të ngrohjes duhet të ketë vlerë më të vogël nëse transportimi i ajrit bëhet me kanale prej llamarine sepse masa e ajrit dhe e kanaleve është shumë më e vogël sesa masa e ujit, e gypave dhe e radiatorëve të sistemi i ngrohjes me ujë.

Shtesa për anë të horizontit bëhet sipas të dhënave dhe sipas përvojës, meqë shtesat e aprovuara për ngrohje nuk janë të përdorshme edhe për klimatizimin e ajrit.

### 1.2. Bilanci termik për regjimin veror

Në stinën e verës sistemi i klimatizimit duhet ta mënjanojë nxehtësinë në mënyrë që në lokal të mbahet temperatura më e ulët sesa temperatura e rrethinës.

Kjo nxehtësi në lokal gjatë stinës së verës përbëhet nga nxehtësia që kalon nga jashtë – brenda dhe nga nxehtësia që lirohet brenda në lokal. Edhe për stinën e verës, në mënyrë të ngjashme bëhet bilanci i nxehtësisë sensible dhe i asaj latente.



Për kushtet e verës ky bilanc mund të shkruhet:

$$Q_{sv} = Q_{fj} + Q_{nj} + Q_{em} + Q_{nd} + Q_{ven} + Q_k \quad (1.2)$$

$Q_{sv}$  - fitimet e tërësishme të nxehtësisë në kushtet e verës,  $W$

$Q_{fj}$  - fitimet e jashtme të nxehtësisë nëpër mure, tavan dhe dritare,  $W$

Përcaktimi i fitimeve të nxehtësisë nëpër mure dallohet dukshëm nga llogaritja e sasisë së nevojshme të nxehtësisë për ngrohje. Këmbimi i nxehtësisë nëpër mure është i ndërlikuar për t'u analizuar, sepse fitimet e nxehtësisë nga burimet e jashtme ndryshojnë gjatë ditës dhe për pasojë edhe sasia e nxehtësisë që depërton nëpër mure është e ndryshueshme.

Për shkak të akumulimit të nxehtësisë në mure paraqiten edhe vonesa të ndryshimit të sasisë së nxehtësisë, që futet në lokal nëpërmjet kalimit të nxehtësisë me konveksion të ajrit të brendshëm. Po për këtë shkak, temperatura në anën e brendshme të murit ndryshon nga temperatura në anën e jashtme të murit, por edhe amplituda e oscilimeve në anën e brendshme të murit është më e vogël sesa amplituda e oscilimeve të temperaturës në anën e jashtme të murit. Ky zvogëlim i amplitudës përfshihet me faktorin e zvogëlimit të amplitudës  $f_a$ .

### 1.3. Bilanci termik për regjimin dimëror

Bilanci termik i nxehtësisë sensibile për regjimin dimëror, në rastin e përgjithshëm, është:

$$Q_{sd} = Q_n - Q_{nj} - Q_{em} - Q_{nd} - Q_{ven} + Q_k \pm Q_{tx} \quad (1.3)$$

$Q_n$  - nxehtësia e nevojshme për ngrohje në,  $W$ ;

$Q_{nj}$  - fitimet e nxehtësisë nga njerëzit në,  $W$ ;

$Q_{em}$  - fitimet e nxehtësisë sensibile nga elektromotorët në ambient në,  $W$ ;

$Q_{nd}$  - fitimet e nxehtësisë nga ndriçimi në,  $W$ ;

$Q_{ven}$  - fitimet e nxehtësisë nga puna e ventilatorit në,  $W$ ;

$Q_k$  - humbjet e nxehtësisë nëpër kanalet e distribuimit të ajrit në,  $W$ ;

$Q_{tx}$  - humbjet ose fitimet e tjera të nxehtësisë latente në,  $W$ .

### 1.4. Balancimi i CO<sub>2</sub>

Shprehja e parë e masës së balancit është përdorur për të llogaritur përqendrimin e CO<sub>2</sub> në mjedisin e brendshëm.

Sasia e rrjedhjes së CO<sub>2</sub> në zonën e hyrëse është përshkak të dy kontributeve kryesore

- Sasia e CO<sub>2</sub> i sjellur nga ventilimi (ekuacioni 1.5), infiltrimi pasive dhe sasia e

rrjedhjes së ajrit nga exfiltrimi negativ (rrjedhja e ajrit të dhomës jashtë në ambient, ekuacioni 1.6)

- Sasia CO<sub>2</sub> e liruar nga njerzit (funksion të normës metabolike të njerëzve)

Koncentrimi i CO<sub>2</sub> në ajrin e trajtuar të ventilimit jepet si një shprehje dalëse e modelit të sistemit të klimatizimit, derisa, për infiltrim, ajo korespondon me të dhëna hyrëse të ajrit të jashtëm. Sasia e rrjedhjes së CO<sub>2</sub> hapësirë shprehet me anë të ekuacioneve

$$\frac{dM}{d\tau}_{CO_2} = \dot{M}_{CO_2,vent} + \dot{M}_{CO_2,inf} + \dot{M}_{CO_2,b} \quad (1.4)$$

Ku janë:

$$\dot{M}_{CO_2,vent} = M_{a,ex,kan.i.furn.} \cdot \frac{MM_{CO_2}}{MM_a} \cdot X_{CO_2,ex,kan.i.furn.} - \dot{M}_{a,kanali\ i\ kthimit} \cdot \frac{MM_{CO_2}}{MM_a} \cdot X_{CO_2,b} \quad (1.5)$$

$$\dot{M}_{CO_2,inf} = M_{a,inf} \cdot \frac{MM_{CO_2}}{MM_a} \cdot X_{CO_2,jashtem} - \dot{M}_{a,inf} \cdot \frac{MM_{CO_2}}{MM_a} \cdot X_{CO_2,b} \quad (1.6)$$

$$\dot{M}_{CO_2,b} = \dot{M}_{CO_2,OCC} = n_{OCC} \cdot \dot{M}_{CO_2,njerzit} \quad (1.7)$$

$$\Delta M_{CO_2,b} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{dM}{d\tau}_{CO_2,b} d\tau \quad (1.8)$$

$$C_{CO_2,b} = M_{a,b} \cdot \frac{MM_{CO_2}}{MM_a} \quad (1.9)$$

$$\Delta M_{CO_2,b} = C_{CO_2,b} \cdot (X_{CO_2,b} - X_{CO_2,b,1}) \quad (1.10)$$

Sasia e CO<sub>2</sub> e paraqitur në ekuacionin (1.10) supozohet të korrespondojë me masën e ajrit që gjendet në zonë.

Një faktor i korrigjimit mund të futet gjithashtu për të marrë parasysh absorbimin e CO<sub>2</sub> në materialet e ndërtimit (muret dhe mobiliet).

### 1.5. Formula për llogaritjen e humbjeve termike nga ndërtesa

Për llogaritjen e humbjeve të nxehtësisë me transmetim nga lokalet e ngrohura, përdoret formula e mëposhtme, e shprehur në [W, kW].

$$Q_t = \sum m \cdot k \cdot S \cdot (t_b - t_{jp}) = \sum m \cdot S \cdot (t_b - t_{jp}) / R \quad (1.11)$$

$$Q_t = \sum m \cdot S \cdot (t_b - t_{jp}) / R \quad (1.12)$$

ku:

*m* - është koeficienti masivitetit termik të (mbeshtjellsit) rrethimit të ndërtimit,

*k* - është koeficienti transmetimit termik të rrethimit [W/m<sup>2</sup>·K],

*S* - është sipërfaqja e rrethimit që transmeton nxehtësi m<sup>2</sup>,

*t<sub>b</sub>* - është temperatura projektuese e ajrit të brendshëm të lokalit [°C],

*t<sub>jp</sub>* - është temperatura projektuese (llogaritëse) e ajrit të jashtëm [°C].

### 1.6. Shtesat e burimeve termike

Fitimet termike janë pasqyrim i karakteristikave gjeografike dhe klimatike të vendit, të cilat rrjedhin nga ajri i jashtëm dhe rrezatimi diellor që pasqyrojnë fitimet termike nga burimet e jashtme të ngrohjes. Ndikimi i tyre është llogaritur veçmas për një pjesë të caktuar të ngrohjes që depërton nëpërmjet mureve dhe veçanërisht për një pjesë të ngrohjes që është transferuar nga dritarja për shkak të përmbajtjes së tyre nga materialet që kanë përcjellshmëri të mirë termike ( $\lambda$ ). Prej burimeve të brendshme termike kemi edhe intensitetin e ndriçimit, pajisjet elektronike, aktiviteti njerëzor ndikimi i këtyre burimeve cilësohen si fitime të brendshme termike.

### 1.7. Ndikimi i rrezatimit diellor në brendësi të ndërtesës

Tashmë është bërë e ditur se fitimet më të rëndësishme të nxehtësisë, për shumicën e ndërtesave moderne, megjithëse jo gjithmonë më të mëdhatë në termin e madhësisë, është fitimi i nxehtësisë nga dielli. Për të kuptuar mënyrën me të cilën dielli ndikon mbi një ndërtesë, së pari është e nevojshme të dimë disa vlerësime mbi parimet e gjeometrisë diellore.



Fig. 1.1 Forma e shfaqjes së ndikimit të rrezatimit diellor

Rrezatimi total diellor që arrin në sipërfaqen e tokës, përbëhet nga dy komponentë: rrezatimi direkt dhe rrezatimi i shpërndarë. Nga të lartpërmendurit, afërsisht 3% është ultraviolet, 44% është dritë e dukshme dhe pjesa tjetër është rrezatim infra i kuq.

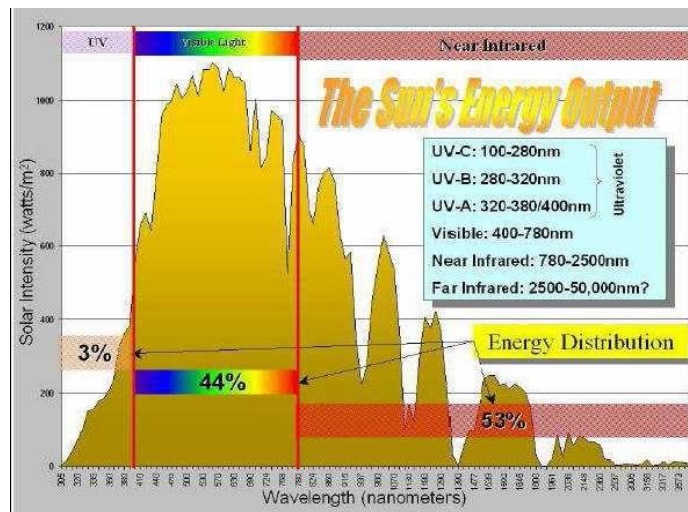


Fig. 1.2 Paraqitja skematike e energjisë termike në varësi të gjatësisë valore

Ekzistojnë mënyra të ndryshme të transferimit të nxehtësisë me rrezatim nëpërmjet materialeve me koeficient të përcjellshmërisë ( $\lambda$ ) të mirë (muret e jashtme, kulme dhe dritaret). Rrezatimi diellor në pjesën e jashtme të murit reflekton dhe një pjesë e saj depërton në brendësi të objektit.

Rrezatimi diellor në pjesën e dritareve në krahasim me muret e jashtme një pjesë më e madhe e saj reflektohet në brendësi të objektit për shkak të përmbajtjes së dritareve nga materialet e ndryshme (çelçi).

### 1.8. Akumulimi i nxehtësisë nga rrezatimi diellor nëpër dritare efekti i Furies

Rrezatimi i diellit ( $I$ ) i cili kalon në hapësirë përmes dritares, mbërrin në mure, dysheme dhe në tavan të saj, pjesërisht absorbohet ( $al$ ), dhe pjesërisht reflektohet ( $rl$ ). Pjesa e absorbuar e energjisë i ngrohë shtresat sipërfaqësore të murit si mbi temperaturat e shtresave të brendshme,

ashtu edhe mbi temperaturën e ajrit në hapësirë.

Ndryshimi i krijuar i temperaturës ndërmjet sipërfaqes së murit  $t_z$  dhe shtresave të tij më të thella shkakton përçimin e ngrohtësisë në masën e murit ( $q_{pi}$ ), dhe akumulohet në të. Ndryshimi i temperaturës ndërmjet murit  $t_z$  dhe hapësirës  $t_u$  sjell deri te kalimi i ngrohtësisë tek ajri i dhomës dhe ajo është sasia e ngrohtësisë të cilën duhet ta eliminojnë pajisjet për klimatizim. Me fjalë të tjera, paraqesin *ngarkesën momentale me ngrohtësi* të hapësirës që rrjedh nga rrezatimi i diellit përmes dritareve.

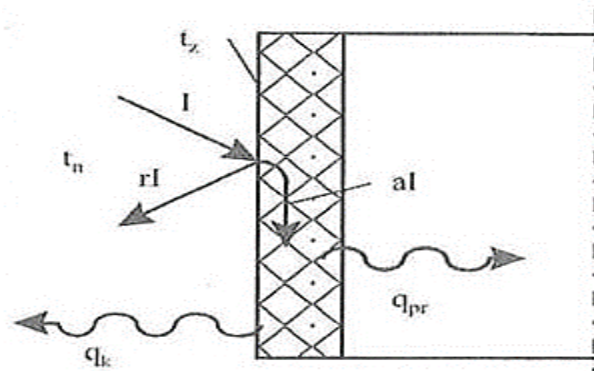


Figura 1.3 Akumulimi i energjisë së rrezatimit të diellit në muret e brendshme

**Ligji Furje** - është një ligj eksperimental që vendos lidhjen ndërmjet densitetit të rrymës termike dhe gradientit të temperaturës:

$$q = -\lambda(\partial t / \partial n) = -\lambda \text{grad } t \quad (1.13)$$

Shenja minus tregon se  $\vec{q}$  është një vektor normal me sipërfaqen izotermike dhe me sens të kundërt me gradientin e temperaturës. Këtu  $\lambda$  është një karakteristikë termofizike e lëndës që karakterizon aftësinë e lëndës për të përcjellë nxehtësi dhe ka njësitë matëse W/(mK).

Koeficienti  $\lambda$  paraqet sasinë e nxehtësisë, e cila kalon në njësinë e kohës nga 1 m<sup>2</sup> e sipërfaqes izotermike për gradientin e temperaturës të barabartë me njësinë. Madhësia e  $\lambda$  varet nga natyra e lëndës, si: nga struktura e lëndës, densiteti, lagështia, presioni, temperatura, prania e përzierjeve, etj. Koeficient të përcjellshmërisë termike ( $\lambda$ ) më të madh kanë metalet dhe lidhjet e tyre ku  $\lambda = (7-400) \text{ W}/(\text{m K})$ . Materialet termoizoluese dhe ato të ndërtimit kanë koeficient  $\lambda$  të vogël që lëviz në kufijtë  $\lambda = (0.02-0.3) \text{ W}/(\text{mK})$ .

Nga përvoja është vendosur vartësia lineare e koeficientit të përcjellshmërisë termike nga temperatura në formën:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1 + bt) = f(t) \quad (1.14)$$

$\lambda_0$  – koeficienti i përçjellshmërisë termike në  $0^\circ\text{C}$

$b$  – konstante që përcaktohet në rrugë eksperimentale

Lëndët me porozitet kanë koeficient  $\lambda$  të vogël. Kjo shpjegohet me faktin se hapësirat poroze mbushen me gaze që kanë  $\lambda$  shumë të vogël. Kështu p.sh penobetonet, polisterolet, etj, që përdoren në ndërtim kanë porozitet të madh dhe pra  $\lambda$  të vogël dhe prandaj përdoren si materiale termoizoluese. Për materialet me lagështi, koeficienti  $\lambda$  është më i madh se për materialet të thatë dhe për ujin të marrë veçanërisht. Kështu psh për tullën e thatë  $\lambda=0.35$  për ujin  $\lambda=0.6$  dhe për tullën me lagështi  $\lambda=0.9$  W/(mK).

### 1.9. Raporti i përfitimeve të nxehtësisë dhe ngarkesa termike nga rrezatimi diellor nëpër dritare

Në fig. 1.4 tregohet raporti i fitimeve të nxehtësisë dhe ngarkesa termike nga rrezatimi diellor nëpër dritare, vlera e llogaritur termike brenda 12 orëve është 4300 W. Megjithatë për shkak të efektit të akumulimit, ngarkesa termike maksimale është 2500 W.

Në fig. 1.4 zona A tregon sasinë e nxehtësisë brenda objektit që akumulohet dhe zona B ka të njëjtën sasi të nxehtësisë që lirohet nga ndërtesa dhe kthehet në ngarkesë termike. Në saje të efektit të akumulimit ngarkesa termike dhe rrezatimi diellor gjatë perëndimit të diellit duhet të merret parasysh ngarkesa totale e nxehtësisë gjatë mbrëmjes kur janë të aktivizuar ndriçimi, aktiviteti njerëzor etj.

Llogaritja e ngarkesës termike në praktikë bëhet duke përdorur koeficientet e akumulimit e cila është përcaktuar në bazë të modelit të dhomës.

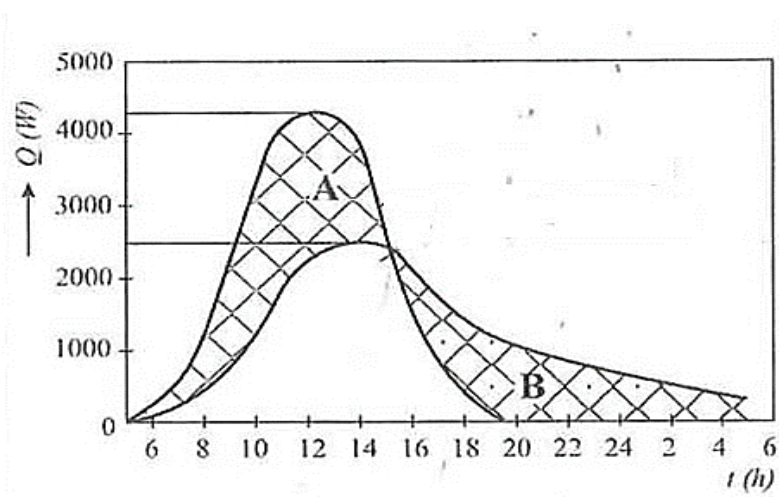


Fig.1.4. Fitimet e nxehtësisë dhe ngarkesa termike nga rrezatimi diellor nëpër dritare

Sipas procedurave matematikore për të përcaktuar koeficientët e akumulimit të nxehtësisë kemi shprehjen:  $Q(r)=S(x)$

Dritaret janë pa dyshim rruga më e rëndësishme prej të cilave nxehtësia diellore hyn në një

ndërtesë, sepse kjo hyrje është pa kohë vonese. Megjithatë nuk është për të thënë se efekti është i menjëhershëm duke qenë se varet nga natyra dhe masa e strukturës së brendshme, orenditë shtëpiake, qilimat dhe sende të tjera.

Pa dyshim, xhami ka karakteristika unike për sa kohë transmetimi i nxehtësisë është i lidhur me transmetime të ndryshme në gjatësi vale të ndryshme: xhami është realisht i papërshkueshëm ndaj rrezatimit nga çdo burim që e ka temperaturën e sipërfaqes më pak se rreth 250°C. Kur një sipërfaqe xhami është e ekspozuar ndaj diellit, një pjesë e ndodhisë totale të rrezatimit do të reflektohet, një pjesë do të transmetohet përmes materialit dhe pjesa tjetër do të absorbohet nga ai (materiali) siç tregohet në fig. 1.5.

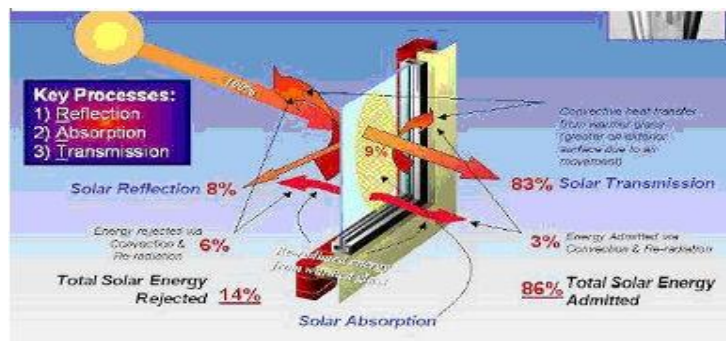


Fig. 1.5 Reflektimi i rrezatimit diellor përmes dritares

### 1.10. Transmetimi i nxehtësisë nëpër muret e jashtme

Transmetimi i nxehtësisë nëpër muret e jashtme ndodhë si rezultat i ndryshimit të temperaturave të jashtme nën ndikimin e rrezatimit diellor.

Në rrethana të caktuara transferimi i nxehtësisë nëpër muret e jashtme mund të caktohet me anë të formulave matematikore që lehtësojnë në gjetjen e rezultateve.

Fluksi i transmetimit të nxehtësisë përmes murit të jashtëm shpjegon rastin ideal të murit me trashësi  $d$ , temperaturë të jashtme  $t_j$  dhe  $t_s$ . Në dhomën me temperaturë më të ulët në pjesën tjetër të murit ka një përçueshmëri të ngrohjes që zhvillohet në drejtim normal në mur për shkak të sipërfaqes së madhe dhe trashësisë së saj. Si rezultat i temperaturës së jashtme dhe përçueshmërisë termike nëpërmjet murit, gjatë llogaritjes do të bëhet një krahasim i flukseve termike, temperaturës së jashtme dhe të brendshme.

Për shkak të akumulimit të nxehtësisë në mur të brendshëm mund të shprehim raportin e temperaturës maksimale në të dy anët e murit, duke futur edhe faktorin korrigjues  $i$ .

Ky shembull i thjeshtë i transmetimit të nxehtësisë shtjellohet nga ri-rrezatimi i jashtëm dhe nga emetimet e tjera në të dy drejtimet, me përfytyrimin që rezultati final është tërësisht në proces kompleks.



Duke përdorur pajisje të kontrollit diellor në xhama reduktohet komponentja e transmetimit të nxehtësisë, duke rritur një nga dy komponentët: absorbimin ose reflektimin; një variacion i tipeve të ndryshme të kontrollit të rrezatimit diellor është treguar më poshtë në fig. 1.6

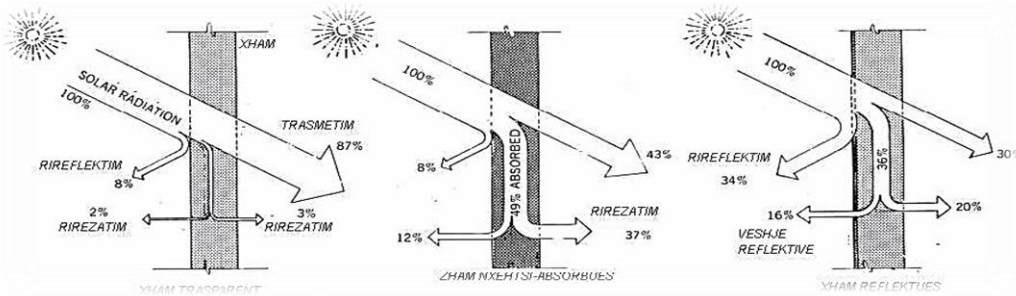


Fig. 1.6 Format e transmetimit të nxehtësisë përmes rrezatimit diellor

### 1.11. Fitimet e nxehtësisë nga ndriçimi

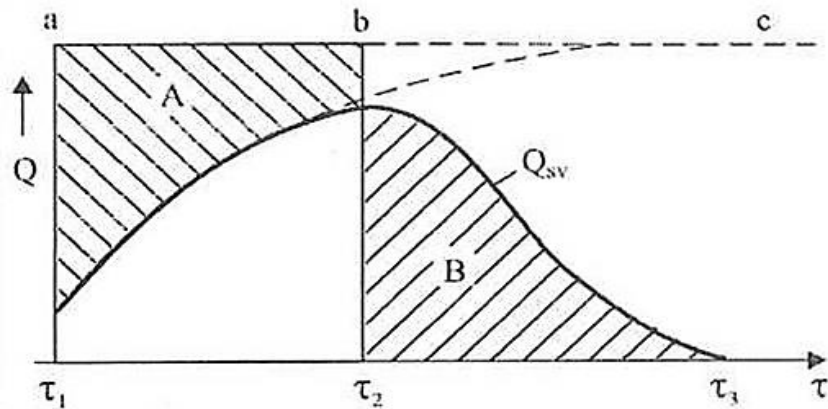
Poçet elektrik gjithashtu e japin nxehtësinë me konveksion dhe rrezatim. Një pjesë e kësaj nxehtësie, sikurse edhe kur është fjala për fitimet e tjera të nxehtësisë, absorbohet dhe akumulohet në masën ndërtimore dhe në mobileje. Për këtë arsye vie gjer të vonesa e konsiderueshme gjatë realizimit të ngarkesës dhe si e tillë ajo lajmërohet edhe pas fikjes së dritave. Në fig. 1.7 është treguar energjia termike të cilën e japin poçet elektrik gjatë periudhës kur janë të kyçura.

Sasia e nxehtësisë së dhënë është e pandryshuar me kohën dhe në momentin e shkyçjes së ndriçimit ( $\tau_2$ ) bëhet e barabartë me zero. Nxehtësia e akumuluar në diagrame është shënuar me (A) ndërsa sasia e nxehtësisë plotësuese e çliruar është treguar me sipërfaqen (B). Ngarkesa termike është shënuar me lakoren  $Q_B$  dhe zgjatë prej momentit të kyçjes së ndriçimit ( $\tau_1$ ). Ngarkesa termike mund të zgjasë edhe për disa orë pas shkyçjes së ndriçimit ( $\tau_3$ ) ndërsa vlera maksimale është rreth kohës së shkyçjes ( $\tau_2$ ).

Nëse ndriçimi i pandërprerë është i kyçur, ngarkesa termike me kohë në mënyrë asimptotike i afrohet vlerës së pandryshueshme të fitimeve të nxehtësisë (a-b-c) dhe nuk paraqitet efekti i akumulimit.

Në llambat inkandeshente rreth 10% të energjisë së absorbuar transformohet në energji luminoze ndërsa pjesa tjetër jepet në mjedis (rreth 80%) me rrezatim dhe (10%) me konveksion. Kjo nxehtësi absorbohet nga strukturat ndërtimore, muret, dyert, dyshemetë etj.





*Fig. 1.7. Ngarkesa termike nga ndriçimi për punë të pandërprerë te instalimeve të klimatizimit*

Kjo energji termike kontribuon në ngarkesën ftohëse edhe kur dritat janë fikur si energji e emetuar nga strukturat që e kanë përfituar më parë këtë energji.

Llambat fluoreshente transformojnë në energji luminoze rreth 25% te energjisë elektrike se absorbuar ndërsa rreth 25% e këmbajnë me rrezatim dhe 50 % me konveksion dhe përcjellshmëri.

Për llogaritje sa më sipër përdoret vlera orientuese e ngarkesës së ndriçimit  $12 \text{ W/m}^2$ , vlerë e cila mund të rritet deri  $20 \text{ W/m}^2$  kur ka të dhëna më të precizuara.

## 2. MODELIMI I ELEMENTEVE TË SISTEMEVE TË KLIMATIZIMIT TË AJRIT

### 2.1. Ridizajnimi i modelit

Për të krijuar një model të një ndërtese që përbëhet nga disa dhoma hasim në disa pengesa. Pengesë e kësaj është se ajo çon në shumë linja që kalojnë njëra-tjetrën, veçanërisht kur shumë dhoma janë të ndërlidhura. Një tjetër pengesë më e rëndë është se muret e lidhura me një dhomë tjetër janë gjithashtu të pranishme në dhomën fqinje. Kjo çon në një dyfishim të mureve ose një mur dy herë më të trashë se trashësia reale e tij, kështu rezistorët e këtyre mureve duhet të ndryshohen, sikurse edhe kondensatorët.

Për ta bërë modelin më intuitiv, pa shumë linja që kalojnë njëra-tjetrën, duke e bërë modelin më të lehtë për t'u lexuar dhe pa nevojën e ndryshimit të rezistorëve dhe kondensatorëve, sugjerohet një model i ri. Ky dizajn është i barabartë me dizajnin e një dhome të vetme, por me mure, duke përfshirë dritaret, të ndara nga pjesa tjetër e dhomës (d.m.th. Një model për secilin prej mureve dhe një model për pjesën tjetër të dhomës). Kështu duke e bërë më të lehtë lidhjen e dhomave fqinje.

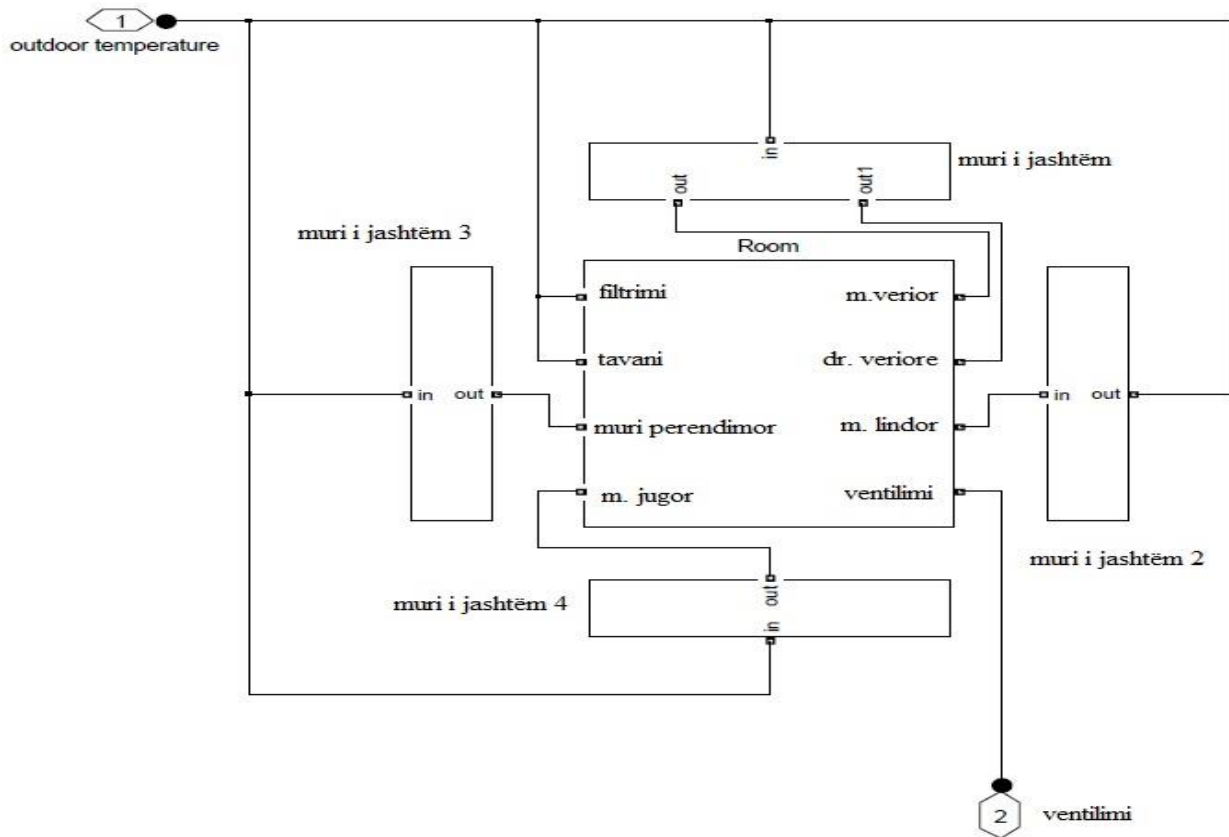


Figura 2.1. Skema elektrike për dhomën dhe muret dizajni i ri



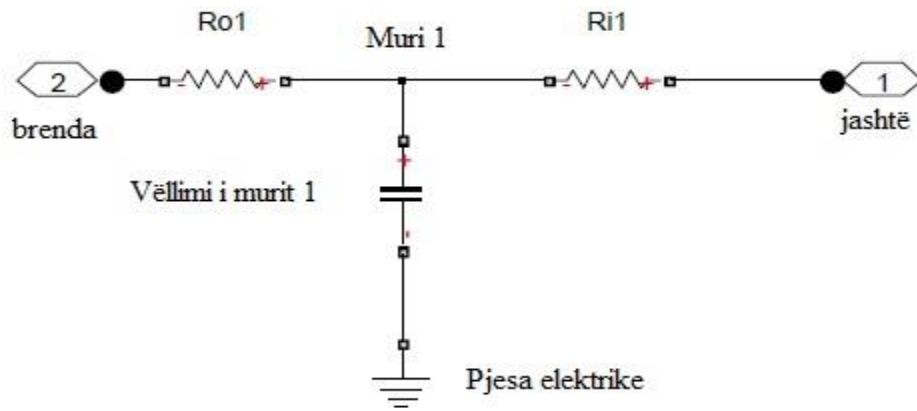


Figura 2.3. Skema elektrike e murit; dizajni i ri

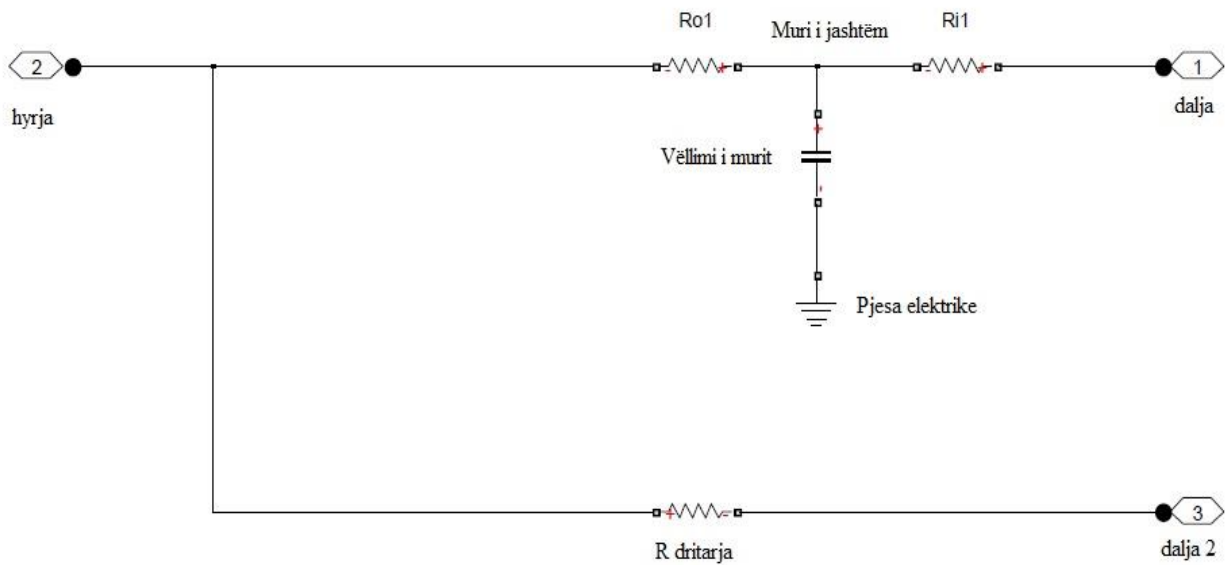


Figura 2.4: Skema elektrike e murit me dritare dizajni i ri

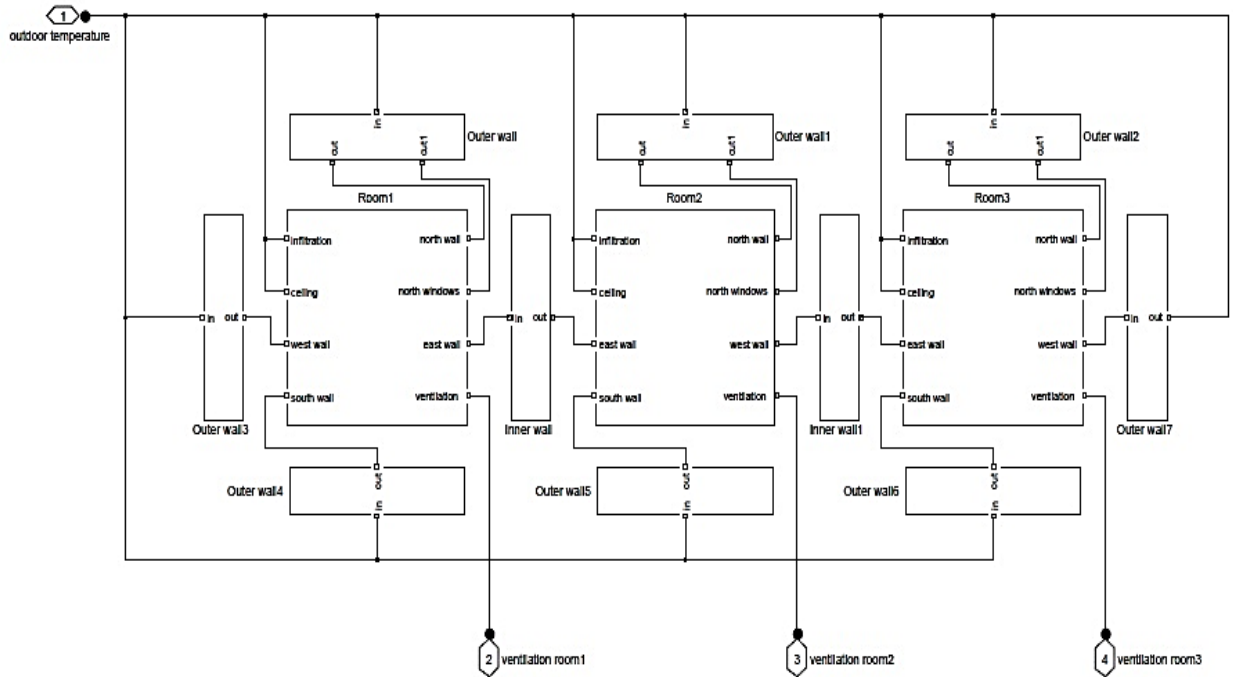
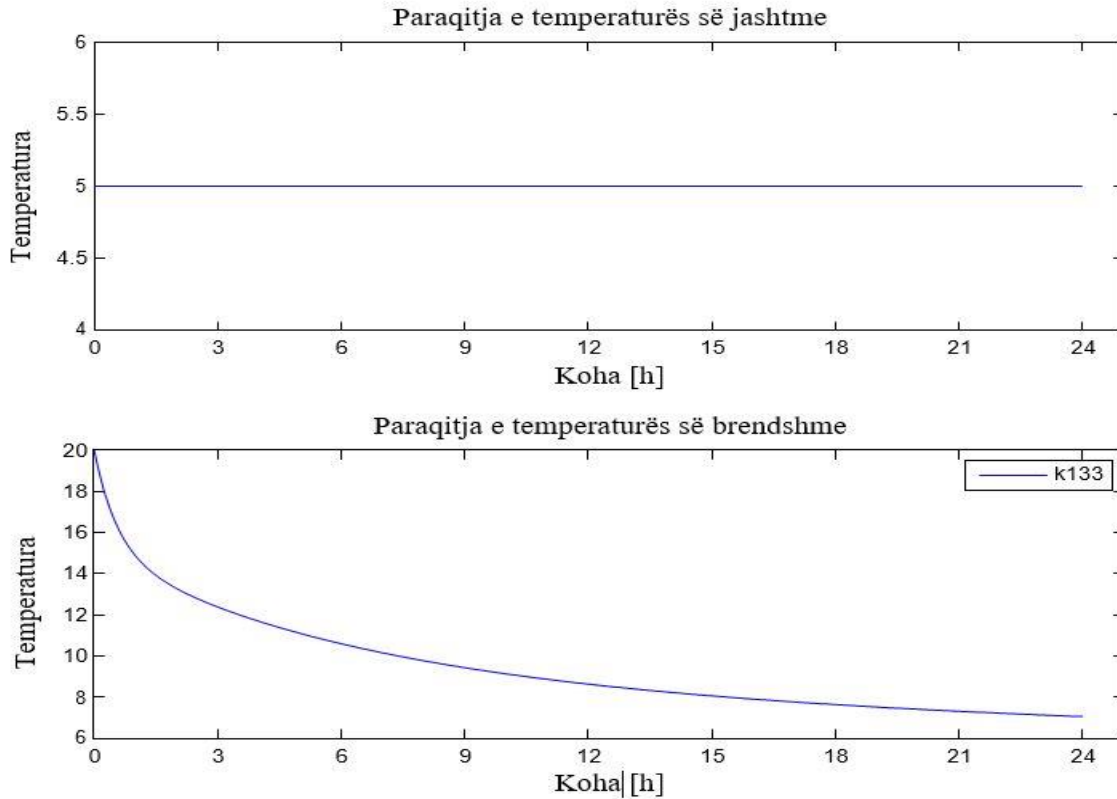


Figura 2.5: Lidhja e dhomës duke shfrytëzuar dizajnin e ri

E gjithë kjo së bashku përbën një model të organizuar mirë, me disa linja lidhëse që kalojnë njëra-tjetrën. Nëse modeli i një ndërtese me më shumë se një kat, tavanet dhe dyshemeja duhet të nxirren nga modeli.

Me dizajnin e ri është e lehtë të lidhim dhomat fqinje dhe, nëse aplikohet, dyshemetë finje. Në figurën 2.4 kjo është bërë për një ndërtesë që përbëhet nga 3 dhoma dhe një kat.



(Figura 2.6: Kohëzgjatja e modelit të ndryshimit të temperaturës së një dhome të vetme pasive: 8 ditë, temperatura e jashtme: 5°C, temperatura fillestare e brendshme: 20°C, temperatura fillestare e murit: 20°C)

## 2.2. Modeli i ndërtesës

Duke shfrytëzuar strukturën e re të modelit mund të krijohet një model i tërë i ndërtesës. Në këtë raport e gjithë ndërtesa përbëhet nga 6 dhoma, domethënë dhoma k133, k134, k135, k136, k143 dhe k164 – p.sh i një shkolle. Një vizatim teknik i shkollës është paraqitur në figurën 2.7. Nga kjo figurë është e qartë se dhomat e përfshira në këtë raport janë të lidhura me dhomat e tjera të cilat janë hequr. Këto mure konsiderohen si mure të jashtme pa dritare. M-fi përmban të gjitha vlerat e nevojshme për modelimin dhe simulimin e secilës prej dhomave. Kjo përfshin dimensionet e dhomës, llogaritjen e çdo rezistencë dhe çdo kondensator që përdoret në model. Modeli termik i 6 dhomave të përfshira në këtë raport është paraqitur në figurën 2.8.

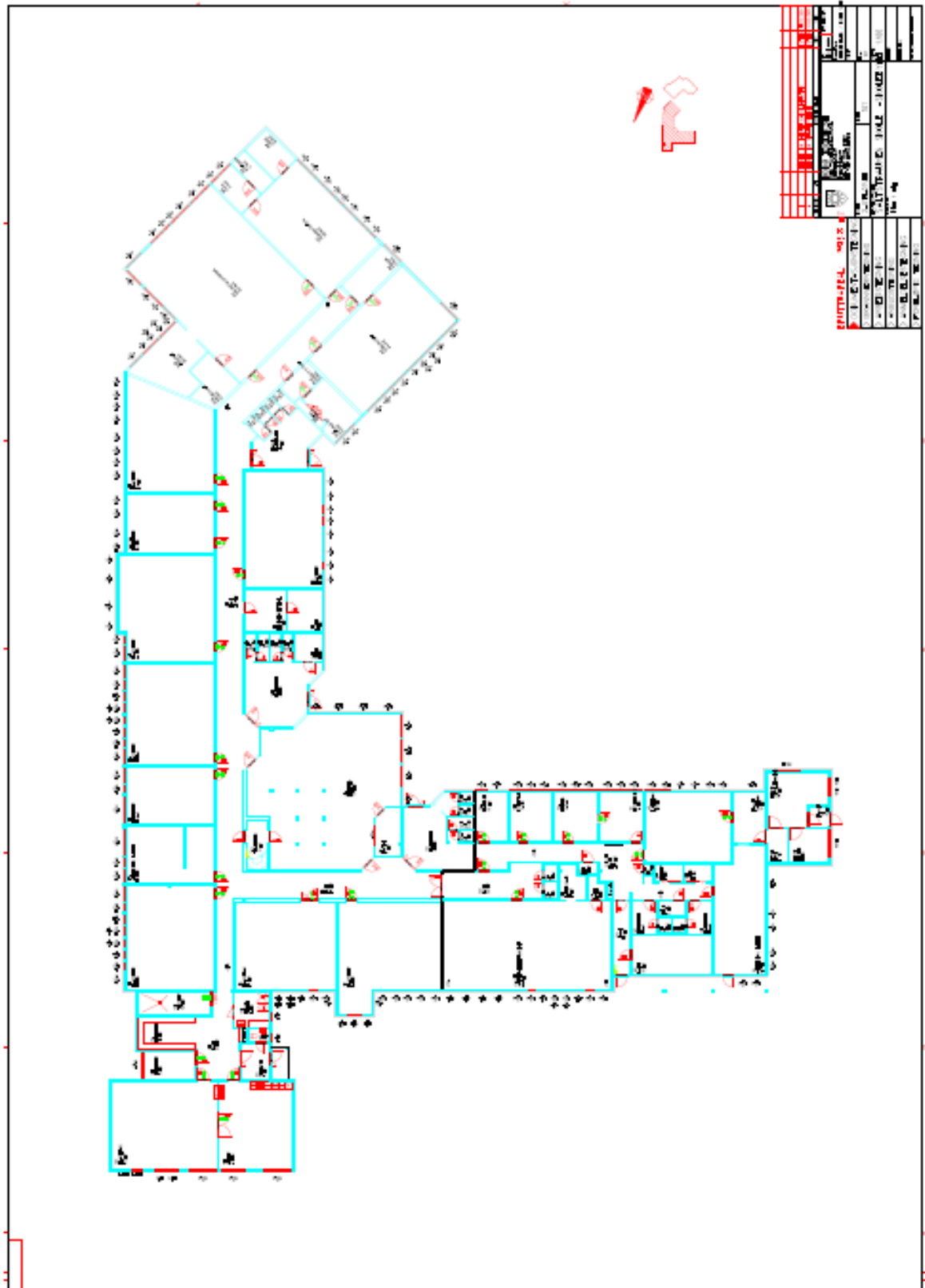


Figura 2.7: Pamja e një shkollës fillore - ndërtesa kryesore

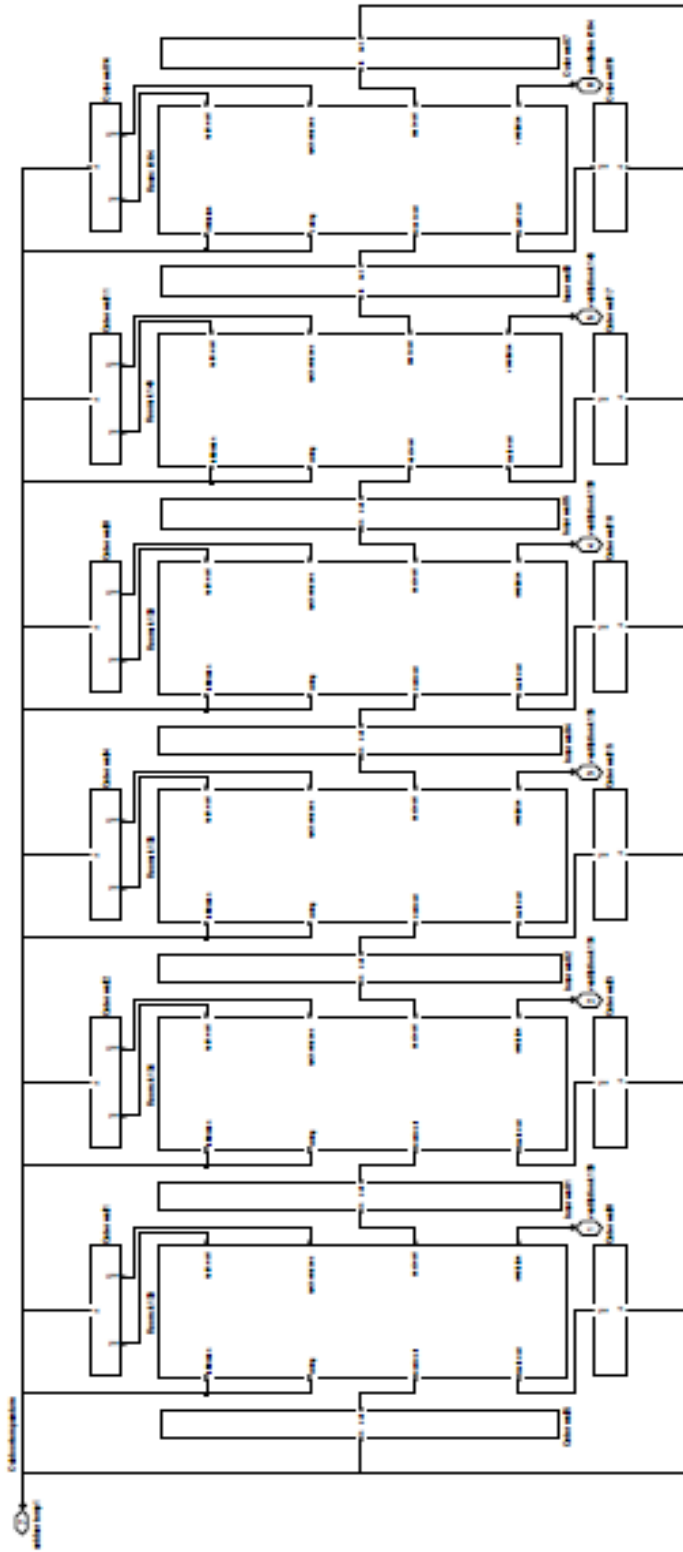


Figura 2.8: Modeli termik i ndërtesës



### 2.3. Modelimi i sistemit të ventilimit

Kur modelohet sistemi i ventilimit çdo element do të modelohet sipas ligjin të bilancit të energjisë (bilanci i ngrohjes) dhe bilancin e masës. Disa thjeshtime ose supozime të thjeshta kanë qenë bërë në secilën prej modeleve në mënyrë që t'i mbajnë ato sa më të thjeshtë që të jetë e mundur, por ende duke u siguruar që ato janë një përafrim i mirë me botën reale. Secili nga modelet e paraqitura në këtë seksion bazohen në modelet e gjetura nga Novakovic (1995).

### 2.4. Modelimi i ventilatorit

Kur modelojmë temperaturën e ajrit në sistemin e ventilimit është e rëndësishme të merret në llogaritje ventilatori. Kjo është për shkak se çdo ventilator normalisht kontribuon në një rritje të temperaturës së ajrit me një madhësi prej 1-2 K. Temperatura e saktë e arritur varet nga rritja e presionit mbi ventilator dhe nëse janë ose jo motori i ventilatorit është i vendosur brenda ose jashtë kanalit. Ky model megjithatë, është një modeli i të dyjave ventilatorit dhe motorit të tij, që do të thotë se ventilatori dhe motori mund të përshkruhet nga një kohë konstante e përbashkët. Çdo simbol i përdorur në këtë model janë të listuar në Tabelën 2.1. Një pamje skematike e ventilatorit mund të shihet në figurën 2.10.

Thjeshtimet dhe supozimet

- Rrjedhja konstante e ajrit
- Temperatura e ventilatorit është e barabartë me temperaturën e ajrit nga ventilatori

Tabela 2.1: Simbolet e përdorura në modelin e ventilatorit

| Simboli           | Përshkrimi                              | Njësia |
|-------------------|---|--------|
| $m_{vent}$        | Masa, ventilator                        | kg     |
| $C_{pvent}$       | Kapaciteti specifik i nxehtësisë, vent. | J/kgK  |
| $t_{vent}$        | Temperatura, ventilatori                | °C     |
| $\Delta t_{vent}$ | Ndërrimi i Temp. statike nëpër ventil.  | °C     |
| $C_{p_{air}}$     | Nxehtësia specifike e ajrit             | J/kgK  |
| $P$               | Fuqia, ventilatori                      | W      |
| $t_{ab}$          | Temperatura, ajri brenda në ventilator  | °C     |
| $t_{aj}$          | Temperatura, ajri nga ventilator        | °C     |

### 2.4.1. Modeli matematikor i ventilatorit

Modeli matematikor bazohet në supozimin se rrjedhja e ajrit nëpër ventilator është konstante. Kështu, vetëm ligji i ruajtjes së energjisë është i nevojshëm për të përcaktuar një përshkrim matematikor të ndryshimeve të temperaturës nëpërmjet ventilatorit. Ky ligj mund të gjendet në ekuacionin e mëposhtëm:

$$\frac{\partial(m_v \cdot c_{p,v} \cdot t_{aj})}{\partial t} = \dot{m}_a \cdot c_{p,a} \cdot (t_{ab} - t_{aj}) + P \quad (2.1)$$

Siç është përmendur më parë, rritja e temperaturës nëpër ventilator është 1-2 K në kushtet statike. Është e mundur të definohet fuqia e ventilatorit me ekuacionin në vijim në kushte statike.

$$P = \dot{m}_a \cdot c_{p,a} \cdot (t_{ab} - t_{aj})_{stac.} = \dot{m}_a \cdot c_{p,a} \cdot \Delta t_{vent.} \quad (2.2)$$

Duke kombinuar këtë ekuacion me Ekuacionin 2.9, jep ekuacionin e mëposhtëm për zhvillimin e nxehtësisë në të gjithë ventilatorët.

$$T_v \cdot \frac{\partial t_{aj}}{\partial t} + t_{aj} = t_{ab} + \Delta t_{vent.} \quad (2.3)$$

Ku:

$$T_v = \frac{m_v \cdot c_{p,vent}}{\dot{m}_a \cdot c_{p,a}} \quad (2.4)$$

Sipas Novakovic një vlerë tipike për  $T_{vent.}$  është 30 sekonda

Transferimi i funksionit:

ekuacioni i transferimit të Laplasit ipet:

$$T_{vent.} \cdot t_{aj}(s) \cdot s + t_{aj}(s) = t_{ab}(s) + \Delta t_{vent.}(s) \quad (2.5)$$

Zgjidhja e ekuacionit të mësipërm në raport me  $t_{aj}$  rezulton si në vijim:

$$t_{aj}(s) = H_{aa}(s) \cdot t_{ab}(s) + H_{vent.}(s) \cdot \Delta t_{vent.}(s) \quad (2.6)$$

Ku  $H_{aa}(s)$  dhe  $H_{vent.}(s)$  janë të dhëna me ekuacionin:

$$H_{aa}(s) = \frac{t_{aj}(s)}{t_{ab}(s)} = \frac{1}{T_{vent.} \cdot s + 1} \quad (2.7-2.8)$$

$$H_{vent.}(s) = \frac{t_{aj}(s)}{\Delta t_{vent.}(s)} = \frac{1}{T_{vent.} \cdot s + 1}$$

Blok diagrami i këtij modeli shihet në figurën 2.9. Kjo mund të zbatohet lehtësisht duke e përdorur bllokun e modelit të ventilatorit. Arsyeja për përdorimin e këtij blloku është se i jep zhvilluesit të sistemit mundësinë për të vendosur temperaturën fillestare të ajrit që kalon përmes ventilatorit.

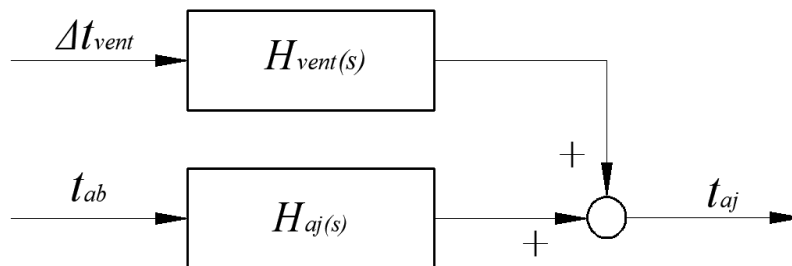


Figura 2.9 Bllok diagrami i modelit të ventilatorit

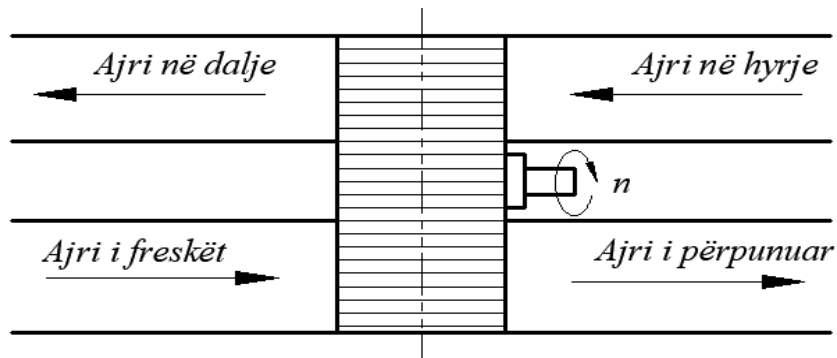


Figura 2.10 Pamja skematike e njësisë për rikuperimin e nxehtësisë

## 2.5. Modelimi i njësisë për rikuperimin e nxehtësisë

Ky seksion përshkruan njësinë e rikuperimit të nxehtësisë me një këmbim të nxehtësisë rrotulluese dhe është bazuar në njësinë e rikuperimit të nxehtësisë e gjetur nga Novakovic. Megjithatë, ky model neglizhon lagështinë ndërsa Novakoviç nuk e bën. Figura 2.10 është një pasqyrë skematike e njësisë së rikuperimit të nxehtësisë.

Thjeshtësimet dhe supozimet

Rrjedhja konstante e ajrit. Dërgimi dhe kthimi i rrjedhjes së ajrit janë të barabartë

- Shpejtësia konstante e rrotullimit e shkëmbyesit rrotullues të nxehtësisë.
- Temperatura uniforme në secilën gjysmë të metaleve në njësinë e rikuperimit të nxehtësisë.
- Temperatura e furnizimit është e barabartë me temperaturën e metalit në gjysmën e ngrohtë të njësisë së rikuperimit të nxehtësisë ( $t_2 = t_m$ ).

Tabela 2.2: Simbolet e përdorura në modelin e njësisë së rikuperimit të nxehtësisë

| Simboli    | Përshkrimi   | Njësia |
|------------|--|--------|
| $M_{rn}$   | Masa, njësia e rikuperimit të nxehtësisë (HRU)         | kg     |
| $C_{prn}$  | Kapaciteti specifik i nxehtësisë, HRU                  | J/kgK  |
| $t_{rn}$   | temperatura rikuperimit të nxehtësisë                  | °C     |
| $C_{pair}$ | nxehtësia specifike e ajrit                            | J/kgK  |
| $t_1$      | temperatura ajri i freskët                             | °C     |
| $t_2$      | temperatura e ajrit të furnizimit                      | °C     |
| $t_3$      | temperatura e ajrit të kthimit                         | °C     |
| $t_4$      | temperatura e ajrit të ndotur                          | °C     |
| $n$        | numri i rrotullimit të njësisë për rikuperimin e ajrit | °C     |

Duhet të theksohet se temperatura e njëtrajtshme në çdo gjysmën e metalit në njësinë e rikuperimit të nxehtësisë është një thjeshtim i madh dhe jo si është në botën reale. Në realiteti temperatura e ajrit do të zbrësë ngadalë nga ku hyn në anën e ftohjes të njësisë së rikuperimit të nxehtësisë dhe derisa të dalë nga ana e ftohjes. E kundërta do të ndodhte në anën e ngrohjes të njësisë për rikuperimin e nxehtësisë. Por në mënyrë që të mbahet modeli sa më të thjeshtë të jetë e mundur njësia është e ndarë në dy pjesë ku temperatura është fiksuar. Zgjidhja matematikore është përafërsisht e njëjtë.

### 2.5.1. Modeli matematik i njësisë për rikuperimin e nxehtësisë

Modeli matematikor bazohet në supozimin se rrjedhja e ajrit nëpërmes njësisë së rikuperimit të nxehtësisë është konstante. Kështu, vetëm ligji i ruajtjes së energjisë është i nevojshëm për të përcaktuar një përshkrim matematikor të ndryshimit të temperaturës nëpërmes njësisë së rikuperimit të nxehtësisë. Nga ky ligj ekuacioni i mëposhtëm mund të gjendet:

$$\frac{\partial(m_m \cdot c_{p,m} \cdot t_2)}{\partial t} = \dot{m}_{aj} \cdot c_{p,aj} \cdot (t_1 - t_2) + \dot{m}_{aj} \cdot c_{p,aj} \cdot (t_3 - t_4) \quad (2.17)$$

Njësia e rikuperimit të nxehtësisë përbëhet nga disa lloje metalesh. Zakonisht kjo është një kombinim i aluminit dhe bakrit ose vetëm bakrit. Në mënyrë që të gjendet kapaciteti specifik i nxehtësia i njësisë për rikuperimin e nxehtësisë, duhet të dimë se pjesëmarrjen e aluminit dhe bakrit në njësi.

Duke përdorur të njëjtën metodë si për ventilatorë, rregullimi i ekuacionit 2.17 jep:

$$T_m \cdot \frac{\partial t_2}{\partial t} + t_2 = t_1 + t_3 - t_4 \quad (2.18)$$

Ku:

$$T_m = \frac{m_m \cdot c_{p,m}}{2 \cdot \dot{m}_{aj} \cdot c_{p,aj}} \quad (2.19)$$

Prezantimi i efikasitetit të temperaturës:

$$\varepsilon_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} = \frac{t_3 - t_4}{t_3 - t_1} \quad (2.20)$$

Duke e zgjidhur për  $t_4$  dhe duke e kombinuar me ekuacionin 2.18 del:

$$T_{hu} \cdot \frac{\partial t_2}{\partial t} + t_2 = (1 - \varepsilon_t) \cdot t_1 + \varepsilon_t \cdot t_3 \quad (2.21)$$

Duhet të theksohet se ekuacioni për efikasitetin e temperaturës është i vlefshëm vetëm kur rrjedhja e ajrit është konstante.

Funksioni i transferimit:

Transformimi i ekuacionit të Laplasit 2.21 jep

$$T_m \cdot t_2(s) \cdot s + t_2(s) = (1 - \varepsilon_t) \cdot t_1(s) + \varepsilon_t \cdot t_3(s) \quad (2.22)$$

Zgjidhja e këtij ekuacioni në lidhje me  $t_2$  rezulton në vijim:

$$t_2(s) = H_{t,12}(s) \cdot t_1(s) + H_{t,32}(s) \cdot t_3(s) \quad (2.23)$$

Ku  $H_{t,12}(s)$  dhe  $H_{t,32}(s)$  ipen me

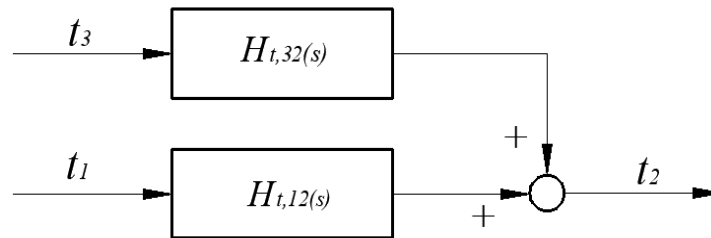


Figura 3.11: Bllok-diagrami i modelit të njësisë për rikuperim të nxehtësisë

$$H_{t,12}(s) = \frac{t_2(s)}{t_1(s)} = \frac{1 - \varepsilon_t}{T_{hru} \cdot s + 1} \quad (2.24)$$

$$H_{t,32}(s) = \frac{t_2(s)}{t_3(s)} = \frac{1 - \varepsilon_t}{T_{hru} \cdot s + 1} \quad (2.25)$$

## 2.6. Modelimi i spirales së ngrohjes

Ky model përshkruan si ndryshon temperatura në ujë dhe në ajër kur kalon përmes spirales së ngrohjes. Figura 2.12 është një pamje skematike e ngrohjes spirale.

Thjeshtëzimet dhe supozimet

- Rrjedhja konstante e ajrit nëpër spiralen ngrohjes ( $\dot{m}_{aj} = \text{konstant}$ ).
- Rrjedhja konstante e ujit përmes spirales së ngrohjes ( $\dot{m}_u = \text{konstant}$ ).
- Nuk ka humbje të nxehtësisë për elementët përreth.
- Lidhja direkte midis temperaturës së metalit ( $t_{sn}$ ) të spirales së ngrohjes dhe temperatura e ajrit në spirale të ngrohjes ( $t_{asn}$ ).

- Temperatura e metalit të spirales së ngrohjes është e barabartë me temperaturën e ujit nga spiralja e ngrohjes ( $t_b = t_{usn}$ ).

Nën supozimin se rrjedha e ujit dhe ajrit në spirale të ngrohjes janë konstante është e mundur të shprehën koeficientet e transferimit të nxehtësisë si një funksion i gjendjes së punës nominale të spirales së ngrohjes. Kjo është, këto kushte që janë të pranishëm kur të dyja si uji dhe temperatura e ajrit janë dhënë si vlera të projektimit. Duke vepruar kështu nuk është e nevojshme të llogarisni faktorin u-faktor të spirales së ngrohjes

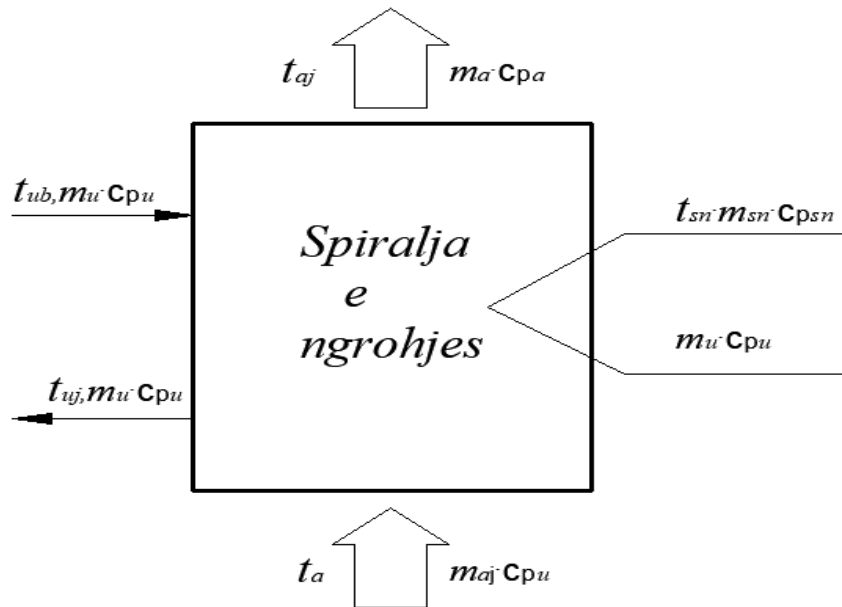


Figura 2.12: Pamja skematike e spirales së ngrohjes

Tabela 2.3: Simbolet e përdorura në modelin e spirales së ngrohjes

| Simboli        | Përshkrimi                                   | Njësia |
|----------------|--|--------|
| $t_{uh}$       | Temperatura, uji në hyrje                    | °C     |
| $t_{ud}$       | Temperatura, uji në dalje                    | °C     |
| $t_{sn}$       | Temperatura, spiralja e ngrohjes             | °C     |
| $t_{ah}$       | Temperatura, ajri në hyrje                   | °C     |
| $t_{ad}$       | Temperatura, ajri në dalje                   | °C     |
| $\dot{m}_u$    | Masa e rrjedhjes, uji                        | kg/s   |
| $\dot{m}_{aj}$ | Masa e rrjedhjes, ajër                       | kg/s   |
| $m_u$          | Masa e ujit në spiralen ngrohëse             | kg     |
| $m_m$          | Masa e metalit në spiralen ngrohëse          | kg     |
| $(n)_{tm}$     | Numri rezultues i transmetimit të nxehtësisë | W/K    |
| $C_{pu}$       | nxehtësia specifike e ujit                   | J/kg K |

|           |   |        |
|-----------|---|--------|
| $C_{paj}$ | nxehtësia specifike e ajrit               | J/kg K |
| $C_{pm}$  | nxehtësia specifike në metal              | J/kg K |
| $C_{psn}$ | nxehtësia specifike e spiralja e ngrohjes | J/kg K |

### 2.6.1. Modeli matematikor i spirales së ngrohjes

Modeli matematikor bazohet në supozimin se si të dyja rrjedhjet e ajrit dhe e ujit përmes spirales së ngrohjes është konstante. Kështu që, vetëm ligji i ruajtjes së energjisë është e nevojshme për të gjetur një përshkrim matematik të ndryshimit të temperaturës nëpërmes spirales së ngrohjes. Ekuacioni i mëposhtëm është një bilanc dinamik i ngrohjes për ujin në spiralen e ngrohjes.

$$\frac{\partial(m_u \cdot c_{p,ng} \cdot t_{ng})}{\partial t} = \dot{m}_u \cdot c_{p,u} \cdot (t_{uh} - t_{ud}) - (n)_{ng} \cdot (t_{ud} - t_{uh}) \quad (2.26)$$

Për shkak të faktit se të dy  $m_{sn}$  dhe  $c_{psn}$  janë konstante dhe  $t_{sn} = t_{usn}$ , ky ekuacion mund të shkruhet si:

$$m_{sn} \cdot c_{p,sn} \cdot \frac{\partial t_{ud}}{\partial t} = \dot{m}_u \cdot c_{p,u} \cdot (t_{uh} - t_{ud}) - (n)_{ng} \cdot (t_{ud} - t_{uh}) \quad (2.27)$$

Bilanci statik i nxehtësisë për ajrin në spirale të ngrohjes mund të shkruhet si:

$$m_a \cdot c_{p,a} \cdot (t_{ad} - t_{ah}) = (n)_{sn} \cdot (t_{ud} - t_{ah}) \quad (2.28)$$

Duke e njohur ftohjen relative të ujit ( $\epsilon_w$ ) dhe ngrohjen relative të ajrit ( $\epsilon_{air}$ )

$$\epsilon_u = \frac{t_{uh} - t_{ud}}{t_{uh} - t_{ah}} \quad (2.29)$$

$$\epsilon_a = \frac{t_{ad} - t_{ah}}{t_{uh} - t_{ah}} \quad (2.30)$$

Të dyja ( $\epsilon_u$ ) dhe ( $\epsilon_{aj}$ ) janë llogaritur gjatë kushteve nominale. Këto do të jenë konstante për aq kohë sa edhe rrjedhja e ajrit dhe rrjedhja e ujit përmes spirales së ngrohjes mbeten konstante.

Kombinimi i Ekuacionit 2.28-2.30 jep një shprehje për  $(n)_{tn}$ .



$$(n)_m = \frac{\varepsilon_u}{1 - \varepsilon_u} \cdot \dot{m}_a \cdot c_{p,a} \quad (2.31)$$

Një tjetër shprehje për  $(n)_m$  është e mundur pasi që bilanci i nxehtësisë statike të ajrit është e barabartë me bilancin statik të nxehtësisë së ujit. Kjo jep shprehjen e mëposhtme për  $(n)_{sn}$ .

$$(n)_{sn} = \frac{\varepsilon_u}{1 - \varepsilon_u} \cdot \dot{m}_u \cdot c_{p,u} \quad (2.32)$$

Ky ekuacion mund të futet në ekuacionin 2.27 dhe kjo çon në vijim te ekuacioni për bilancin dinamik të ngrohjes së ujit në spiralen e ngrohjes.

$$T_{ng} \frac{\partial t_{ud}}{\partial t} + t_{ud} = (1 - \varepsilon_u) \cdot t_{uh} + \varepsilon_u \cdot t_{ah} \quad (2.33)$$

Ku:

$$T_{sn} = \frac{m_{sn} \cdot c_{p,sn}}{\dot{m}_u \cdot c_{p,u}} \cdot (1 - \varepsilon_u) \quad (2.34)$$

Duke kombinuar ekuacionin 2.29 dhe ekuacionin 2.30, lidhshmëria në vazhdim mund të rrjedh

$$t_{ud} = \frac{1 - \varepsilon_u}{\varepsilon_a} \cdot t_{ad} + \frac{1 - \varepsilon_u - \varepsilon_a}{\varepsilon_a} \cdot t_{ah} \quad (2.35)$$

Ky ekuacion mund të përdoret në kombinim me ekuacionin 2.33 për të përfunduar me pas ekuacionin për bilancin e nxehtësisë së ajrit në spirale të ngrohjes:

$$T_{sn} \frac{\partial t_{ad}}{\partial t} + t_{ad} = \varepsilon_a \cdot t_{uh} + T_{aj} \cdot \frac{\partial t_{ah}}{\partial t} + (1 - \varepsilon_a) \cdot t_{ah} \quad (2.36)$$

Funksioni i transferimit

Transferimi i Laplasit për ekuacionin 2.33 ipet:

$$T_{ng} \cdot t_{ud}(s) \cdot s + t_{ud}(s) = (1 - \varepsilon_u) \cdot t_{uh}(s) + \varepsilon_u \cdot t_{ah}(s) \quad (2.37)$$

Transferimi i Laplasit për ekuacionin 2.36 ipet:

$$T_{ng} \cdot t_{ad}(s) \cdot s + t_{ad}(s) = \varepsilon_a \cdot t_{uh}(s) + T_{hell} \cdot t_{ah}(s) \cdot s + (1 - \varepsilon_a) \cdot t_{ah}(s) \quad (2.38)$$

Ekuacioni 2.37 dhe 2.38 mund të shkruhen si katër funksione transferimi. Së pari, një transferim funksionon nga temperatura e ujit në hyrje deri në temperaturën e daljes së ujit:

$$t_{uu}(s) = \frac{t_{ud}(s)}{t_{uh}(s)} = \frac{1 - \varepsilon_u}{T_{sn} \cdot s + 1} \quad (2.39)$$

Së dyti, një funksion transferimi nga temperatura e ajrit në hyrje deri tek temperatura e ujit në dalje

$$t_{au}(s) = \frac{t_{ud}(s)}{t_{aj}(s)} = \frac{1 - \varepsilon_u}{T_{sn} \cdot s + 1} \quad (2.40)$$

Së treti, një funksion transferimi nga temperatura e ujit në hyrje deri në temperaturën e ajrit në dalje:

$$t_{ua}(s) = \frac{t_{aj}(s)}{t_{ub}(s)} = \frac{\varepsilon_{air}}{T_{sn} \cdot s + 1} \quad (2.41)$$

Dhe përfundimisht, një funksion transferimi nga temperatura e ajrit në hyrje deri tek temperatura e ajri në dalje:

$$t_{aa}(s) = \frac{t_{ad}(s)}{t_{ab}(s)} = \frac{(1 - \varepsilon_{aj}) + T_{hell} \cdot s}{T_{ng} \cdot s + 1} \quad (2.42)$$

Bllok diagrami i këtyre katër funksioneve të transferimit mund të shihet në figurën 2.13.

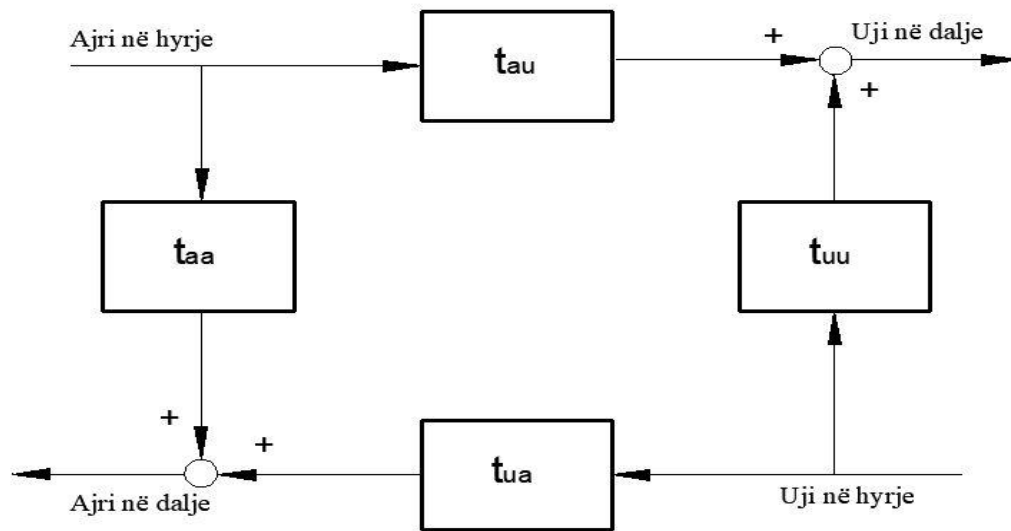


Figure 2.13: Bllok diagram i modelit të spirales së ngrohjes

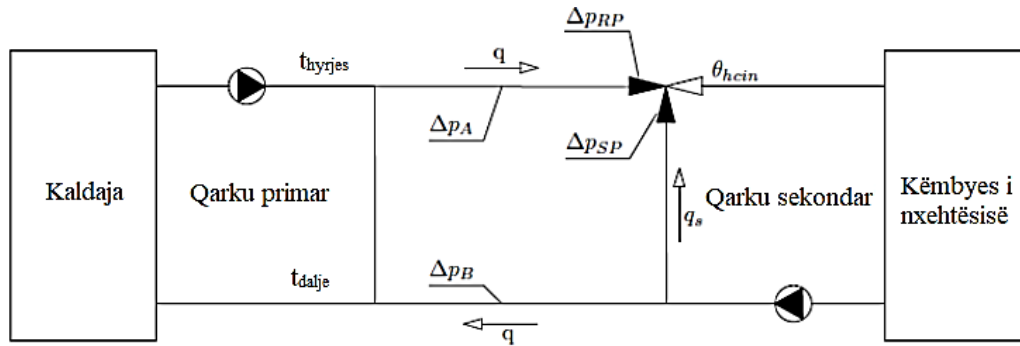


Figure 2.14: Pamja skematike e lidhjes së devijuar

### 2.6.2. Modelimi i lidhjes së devijuar-bajpas

Ky model bazohet në presionin statik dhe balancimin e nxehtësisë. Figura 2.14 është një pamje skematike e lidhjes së devijuar. Siç mund të shihet nga kjo figurë lidhja e devijuar përbëhet nga një valvul tre drejtimesh me bashkimin e tubave ndihmës.

Thjeshtëzimet dhe supozimet

- Rënie e vazhdueshme e presionit, dhe kështu një sasi konstante e ujit ( $q = 1$ ) në qarkun sekondar (qarku i spirales së ngrohjes).
- Rrjedhja turbulente
- Nuk ka humbje të nxehtësisë për elementët përreth në valvul.

Tabela 2.4: Simbolet e përdorura në modelin e lidhjes së devijuar

| Simboli         | Përshkrimi   | Njësia             |
|-----------------|--|--------------------|
| $t_b$           | temperatura e ujit brenda qarkut primar                  | $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_j$           | temperatura e ujit jashtë qarkut primar                  | $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_{usn}$       | temperatura e ujit në spiralen e ngrohjes                | $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_{sn}$        | temperatura e ujit nga spiralja e ngrohjes               | $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_{ad}$        | temperatura e ajrit në dalje                             | $^{\circ}\text{C}$ |
| $\Delta_{PRP}$  | Rënia e presionit mbi portën rregulluese (100 % e hapur) | Pa                 |
| $\Delta_{PSP}$  | Rënia e presionit mbi portën devijuese (100 % e hapur)   | Pa                 |
| $\Delta_{PII}$  | Rënia e presionit mbi gjatësinë e tubave A dhe B         | Pa                 |
| $\Delta_{PIII}$ | Rënia e presionit mbi portën e devijimit (100 % e hapur) | Pa                 |
| $z$             | Pozita relative (porta rregulluese)                      | Pa                 |
| $q$             | Rrjedhja relative e ujit (porta rregulluese)             |                    |
| $q_s$           | Rrjedhja relative e ujit (porta devijuese)               |                    |

Me supozimin e parë është e mundur të injorohet rezistenca në qarkun sekondar dhe vetëm llogaritet rezistenca në ato tuba ku sasia e ujit ndryshon. Kjo është për shkak të faktit se rezistenca në tuba me sasi konstante të ujit do të ndikon në çdo drejtim të rrjedhjes me një sasi të barabartë.

Thjeshtëzimi i dytë ndikon në lidhjen e mëposhtme midis rënies së presionit dhe sasisë së ujit:

$$\Delta p = K \cdot \dot{Q}^2 \quad (2.43)$$

Ky supozim është i vlefshëm në pothuajse të gjitha rastet. Duhet të theksohet se nëse duhet të ndodhë rrjedhja laminare, atëherë marrëdhënia mes presionit dhe ujit do të jetë lineare. Megjithatë, në këtë model supozohet rrjedhja turbulente në çdo kohë.

### 2.6.3. Modeli matematikor i lidhjes së devijuar

Modeli i mëposhtëm matematikor bazohet në supozimin se ekziston një presioni statik dhe bilanci i nxehtësisë në lidhjen e devijuar. Bilanci i nxehtësisë është konsideruar mbi valvulën tre kahe, ndërsa bilanci i presionit llogaritet duke përdorur lidhjen e devijuar. Modeli i valvulës tri kahe është bërë nga modeli ndaras i valvës dy kahe. Modeli i presionit është përdorë si një lidhje midis valvulave dhe reagimit të temperaturës në ujë nga valvula.

Bilanci statik i presionit ipet:

$$\Delta p_{RPz} + \Delta p_{IIz} = \Delta p_{SPz} + \Delta p_{IIIz} = const \quad (2.44)$$

Rënia e presionit në ekuacionin e mësipërm janë të gjitha të shënuara me  $z$  që ato ndryshojnë me pozicionin e valvulave. Njohja e rënies së presionit kur hapja e valvulës është 100%. Kjo vlerë pastaj shkallëzohet në lidhje me sasinë relative të ujit dhe karakteristikën e valvulës. Sasia e ujit përmes portit të rregulluar si një funksion e numrit të performancës  $k_{ws}$  dhe rënia e presionit është dhënë si:

$$\dot{Q}_{RP} = k_{vs} \cdot f_{RP}(z) \cdot \sqrt{\Delta p_{RPz}} = \dot{Q}_{max} \cdot f_{RP}(z) \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{RPz}}{\Delta p_{RP}}} \quad (2.45)$$

ku  $f_{RP}$  është karakteristika e valvulës së portit të rregulluar. Ky ekuacion mundet të zgjidhet në lidhje me presionin e ndryshueshëm, dhe kjo çon në ekuacionin në vijim për rënien e presionit mbi rregullimin e portit të valvulës:

$$\Delta p_{RPz} = \frac{q^2}{f_{RP}(z)^2} \cdot \Delta p_{RP} \quad (2.46)$$

E njëjta gjë vlen edhe për portin e valvulës devijuese. Kjo bëhet duke zëvendësuar  $\Delta p_{RPz}$  nga  $\Delta p_{SPz}$ ,  $f_{RP}(z)$  nga  $f_{SP}(z)$  dhe  $\Delta p_{RP}$  nga  $\Delta p_{SP}$  në ekuacionin e mësipërm.

Nëse rëniat e presionit janë të shkallëzuara në lidhje me sasinë e ujit dhe karakteristikat e valvulës, ekuacioni i mëposhtëm mund të merret

$$\left( \frac{\Delta p_{RP}}{f_{RP}(z)^2} + \Delta p_{II} \right) \cdot q^2 = \left( \frac{\Delta p_{SP}}{f_{SP}(z)^2} + \Delta p_{III} \right) \cdot q_s^2 \quad (2.47)$$

Është e mundur të shkruhet  $q_s = 1 - q$ , meqë rrjedhja e ujit në qarkun sekondar është konstante. Nëse kjo futet në Ekuacionin 3.47 është e mundur të shkruhet ekuacioni për sasinë relative të ujit përmes portit të rregulluar si:

$$q = \frac{1}{1 + \sqrt{A}} \quad (2.48)$$

Ku

$$A = \frac{\frac{\Delta p_{RP}}{f_{RP}(z)^2} + \Delta p_{II}}{\Delta p_{SP}} f_{SP}(z)^2 + \Delta p_{III} \quad (2.49)$$

Vlen të përmendet se të dyja A dhe q janë funksione të pozicionit të valvulës z. Ky ekuacion tregon lidhjen ndërmjet pozicionit relative dhe sasisë relative të ujit nga valvula. Kjo njihet si karakteristikë e operimit të valvulave. Lidhja është jolineare, por shkalla e jolinearitetit varet në karakteristikat e valvulave. Çfarë do të thotë kjo është që sasia e ujit nga valvula nuk është proporcionale me hapjen e valvulave. Ekziston një numër karakteristikash të ndryshme valvulës. Më të zakonshmet janë e listuar me poshtë:

Linear:

$$f_{RP}(z) = \left( 1 - \frac{1}{R_{RP}} \right) \cdot z + \frac{1}{R_{RP}} \quad (2.50)$$

Kuadratik

$$f_{RP}(z) = \left( 1 - \frac{1}{R_{RP}} \right) \cdot z^2 + \frac{1}{R_{RP}} \quad (2.51)$$

Eksponecial

$$f_{RP}(z) = R_{RP}^{z-1} \quad (2.52)$$

Komplementar në eksponecial

$$f_{RP}(z) = \frac{1}{R_{RP}} + 1 - R_{RP}^{-z} \quad (2.53)$$

Në Ekuacionin 2.50-2.53,  $R_{RP}$  është marrëdhënia rregulluese teorike ( $R = Q_{max}/Q_{min}$ ). Kjo përshkruan marrëdhënien midis volumetrikës së rrjedhjes së ujit kur  $z = 1(Q_{max})$  dhe rrjedhje ( $Q_{min}$ ) përmes portit kur  $z = 0$ .  $Q_{min}$  është shuma më e vogël e kontrollueshme e mundshme.  $R_{RP}$  përdoret vetëm për të qenë në gjendje të përshkruajë karakteristikat matematikisht. Ekuacioni 2.50-2.53 është i vlefshëm vetëm për rregullimin e portit të valvulës tri kahe. Në mënyrë që të gjejmë karakteristikat e valvulave për portën e devijimit duhet të zëvendësojmë  $z$  me  $z-1$  në ekuacionin e përmendur. Përveç kësaj  $R_{RP}$  duhet të zëvendësohet me  $R_{SP}$ .

Bilanci i nxehtësisë për ujë në valvula me tre drejtime mund të shkruhet si figura 2.14:

$$t_j = (1-q) \cdot t_b + q \cdot t_{jsn} \quad (2.54)$$

$$t_{bsn} = q \cdot t_b + (1-q) \cdot t_{jsn} \quad (2.55)$$

Për shkak të faktit se sasia relative e ujit  $q$  është një funksion i pozicionit të valvulës  $z$ , ku  $z = z(t)$ , Ekuacioni 2.54 dhe 2.55 janë jolinear.

Funksioni i transferimit:

Modelet jolineare janë zakonisht të linearizuara në mënyrë që ato të mund të përshkruhen nga një funksion i transferimit dhe kështu janë më të lehtë për tu trajtuar për programet e simulimit. Megjithëse kjo është zakonisht një rast, kjo nuk do të jetë e kryer për lidhjen e devijuar në këtë raport pasi që Matlab është i aftë të trajtojë një sistem të tillë jolinear. Avantazhi duke përdorur një model jolinear në vend të funksionit të transferimit të linearizuar është se ai jep një përafrim më të mirë të sistemit aktual. Gjithashtu kjo është e vlefshme për çdo pozicion të valvulës dhe jo vetëm për vlerat pranë pikës së operimit.

## 2.7. MODELIMI I TUBAVE DHE KANALEVE

Ky seksion është një përshkrim matematikor se si temperatura e ventilimit të ajrit dhe temperatura e ujit përmes tubave që lidhin secilin komponent të sistemit të ventilimit ndryshon gjatë transferimit. Modeli matematikor i tubave dhe kanaleve është i njëjtë, që del vetëm në matjet fizike të gypit ose kanalit dhe llojit të fluidit që rrjedh përmes tij. Kështu vetëm modeli i tubit do të konkludohet në këtë seksion. Nëse modelimi i një kanali ka dy gjëra që duhet të ndryshohet në ekuacionet e gjetura më poshtë; karakteristikat e fluid duhet të ndryshohen në ajër në vend të ujit dhe dimensionet e tubit duhet të ndryshohen në dimensionet e kanalit. Ky model merr parasysh vonesën e transportit përmes tubit dhe gjithashtu përshkruan humbjen ose fitimin e energjisë në

ujë për shkak të temperaturës që rrethon tubin.

Thjeshtëzimet dhe supozimet

- Rrjedhja konstante e ujit.
- Temperatura konstante e fluidit në drejtim radial.
- Temperatura konstante e materialit të gypave në drejtim radial.
- Temperatura përreth është konstante në x-drejtim.

E para e këtyre supozimeve shkakton që koeficienti i sipërfaqes ndarëse për konvektion të jetë përafërsisht konstant. Në realitet kjo vlerë do të ndryshojë pak varësisht nga temperatura. Arsyeja për këtë është viskoziteti dhe numri Prandtlit, ndryshon me temperaturën. Megjithatë, ky përafrim është i rëndësishëm për të përfunduar me një model linear dhe kështu të shmangët linearizimi.

### 2.7.1. Modeli matematikor i tubave dhe kanaleve

Vrojtimi i një fije të hollë të tubit me gjatësi  $dx$  të bilancit të energjisë së fluidit brenda tubit mund të shkruhet siç tregohet në ekuacionin 2.56.

$$\frac{\partial(A_w \cdot d_x \cdot \rho_w \cdot t_w)}{\partial t} = \dot{Q}_w \cdot \rho_w \cdot c_{p,w} \cdot t_w - \dot{Q}_w \cdot \rho_w \cdot c_{p,w} \cdot \left( t_w + \frac{\partial t_w}{\partial x} \cdot dx \right) - \pi \cdot D_i \cdot dx \cdot h_i \cdot (t_w - t_p) \quad (2.56)$$

ku  $A_w$  është prerja tërthore e seksioni të fluidit në tub. Për një tub rrethore ekuacioni për këtë është:

$$A_w = \frac{\pi}{4} \cdot D_i^2 \quad (2.57)$$

Tabela 2.5: Simbolet e përdorura në modelin e tubacioneve

| Simboli               | Përshkrimi                       | Njësia            |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------|
| <b>L</b>              | Gjatësia e tubit/kanalit         | m                 |
| <b>x</b>              | Matja lineare                    | m                 |
| <b>D<sub>i</sub></b>  | Diametri i brendshëm i tubit     | m                 |
| <b>D<sub>o</sub></b>  | Diametri i jashtëm i tubit       | m                 |
| <b>Q̇<sub>w</sub></b> | Rrjedhja vëllimore               | m <sup>3</sup> /s |
| <b>t<sub>u</sub></b>  | temperatura e ujit               | °C                |
| <b>t<sub>ub</sub></b> | temperatura e ujit brenda në tub | °C                |
| <b>t<sub>uj</sub></b> | temperatura e ujit jashtë tubit  | °C                |
| <b>t<sub>t</sub></b>  | temperatura e tubit              | °C                |

|           |  |                    |
|-----------|--|--------------------|
| $t_{rr}$  | <i>temperatura e rrethinës</i>                                     | °C                 |
| $\rho_u$  | <i>densiteti i ujit</i>  | kg/m <sup>3</sup>  |
| $\rho_t$  | <i>densiteti i tubit</i>   | kg/m <sup>3</sup>  |
| $C_{p_u}$ | <i>Nxehtësisë specifike ngrohëse e ujit</i>                        | J/kg K             |
| $C_{p_t}$ | <i>Nxehtësisë specifike ngrohëse e tubit</i>                       | J/kg K             |
| $h_i$     | <i>Transmetimi i brendshëm konvektiv i nxehtësisë</i>              | W/m <sup>2</sup> K |
| $U$       | <i>U-vlera për tubacion duke përfshirë izolimin dhe rrezatimin</i> | W/m <sup>2</sup> K |

Ekuacioni 2.57 i vendosur brenda ekuacionit 3.56 jep ekuacionin në vazhdim:

$$\frac{\partial \left( \frac{\pi}{4} \cdot D_b^2 \cdot dx \cdot \rho_u \cdot c_{p,u} \cdot t_u \right)}{\partial t} = \dot{Q}_u \cdot \rho_u \cdot c_{p,u} \cdot t_u \quad (2.58)$$

$$-\dot{Q}_u \cdot \rho_u \cdot c_{p,u} \cdot \left( t_u + \frac{\partial t_u}{\partial x} \cdot dx \right) - \pi \cdot D_b \cdot dx \cdot h_b \cdot (t_u - t_p)$$

Me rregullimin e këtij ekuacioni fitojmë:

$$T_1 \cdot \frac{\partial t_u}{\partial t} + T_1 \cdot v \cdot \frac{\partial t_u}{\partial x} + t_u = t_p \quad (2.59)$$

ku shpejtësia e fluidit në x-drejtimin, v, është:

$$v = \frac{4 \dot{Q}_u}{\pi D_u^2} \quad (2.60)$$

dhe  $T_1$  është e definuar si:

$$T_1 = \frac{D_i \cdot \rho_u \cdot c_{p,u}}{4 \cdot h_b} \quad (2.61)$$

Bilanci i energjisë për murin e tubit mund të shkruhet si:

$$\frac{\partial (A_p \cdot dx \cdot \rho_p \cdot c_{p,p} \cdot t_p)}{\partial t} = \pi \cdot D_b \cdot h_b \cdot (t_u - t_p) - \pi \cdot D_j \cdot dx \cdot U \cdot (t_p - t_s) \quad (2.62)$$

Ku,  $A_p$  është sipërfaqja e prerjes tërthore të murit të tubit. Për një tubacion rrethor ekuacioni për këtë është:



$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot (D_j^2 - D_b^2) \quad (2.63)$$

Një përafrim për U-vlerën të një tubi rrethore mund të llogaritet duke përdorur ekuacionin në vazhdim:

$$U = \frac{1}{\frac{D_b}{2\lambda} \cdot \ln\left(\frac{D_y + 2\delta}{D_b}\right) + \frac{D_j}{D_j + 2\delta} \cdot \frac{1}{h_j}} \quad (2.64)$$

Ku  $\lambda$  - është koeficienti i përçueshmërisë termike për izolimin e materialit.  $\delta$ -është trashësia e izolimit. Koeficienti i transmetimit të nxehtësisë në tub,  $h_j$ , duke përfshi edhe konvektimin dhe rrezatimin. Transmetimi i brendshme konvektivë i nxehtësisë (nga uji në murin e tubit) është përfshirë në termin e parë të ekuacionit 2.62. Prandaj, nuk është përfshi në U-vlerën.

Ashtu si në ekuacionin 2.58 futja e  $A_p$  në ekuacionin 2.62 ipet:

$$T_2 \cdot \frac{\partial t_p}{\partial t} + t_p = K_1 \cdot t_u + K_2 \cdot t_s \quad (2.65)$$

ku

$$K_1 = \frac{h_b \cdot D_b}{h_b \cdot D_b + U \cdot D_j} \quad (2.66)$$

$$K_2 = \frac{U \cdot D_j}{h_b \cdot D_b + U \cdot D_j} \quad (2.67)$$

$$K_1 + K_2 = 1 \quad (2.68)$$

$$T_2 = \frac{(D_j^2 - D_b^2) \cdot \rho_p \cdot c_{p,p}}{4 \cdot (h_b \cdot D_b + U \cdot D_j)} \quad (2.69)$$

Transferimi i Laplasit për ekuacionin 2.59 jep rezultatet në vazhdim:

$$T_1 \cdot s \cdot t_u(x, s) + T_1 \cdot v \cdot \frac{\partial t_u(x, s)}{\partial x} + t_u(x, s) = t_p(x, s) \quad (2.70)$$

Ndërsa transferim i Laplasit për ekuacionin 2.65 jep

$$T_2 \cdot s \cdot t_p(x, s) + t_p(x, s) = K_1 \cdot t_u(x, s) + K_2 \cdot t_s(s) \quad (2.71)$$

Ekuacioni 2.71 mund të riorganizohet në shprehjen e mëposhtme për  $t_p$ :

$$t_p(x, s) = \frac{K_1}{T_2 \cdot s + 1} \cdot t_u(x, s) + \frac{K_2}{T_2 \cdot s + 1} \cdot t_s(s) \quad (2.72)$$

Duke e vendosur këtë ekuacioni në ekuacionin 2.70 dhe duke e rregulluar ekuacionin rezulton në ekuacionin në vijim:

$$\frac{\partial t_u(x, s)}{\partial x} + \alpha(s) \cdot t_u(x, s) = \beta(s) \cdot t_s(s) \quad (2.73)$$

ku

$$\alpha(s) = \frac{1}{T_1 \cdot v} \cdot \left( T_1 \cdot s + 1 - \frac{K_1}{T_2 \cdot s + 1} \right) \quad (2.74)$$

$$\beta(s) = \frac{1}{T_1 \cdot v} \cdot \frac{K_2}{T_2 \cdot s + 1} \quad (2.75)$$

Duke zgjedhur së pari ekuacionit e mësipërm diferencial ekuacioni 2.73 dhe futja e kufijve të mëposhtëm:  $t_u(0, s) = t_{ub}(s)$  dhe  $t_u(L, s) = t_{uj}(s)$  jep:

$$t_{uj}(s) = t_{ub}(s) \cdot e^{-\alpha(s) \cdot L} + \frac{\beta(s)}{\alpha(s)} \cdot (1 - e^{-\alpha(s) \cdot L}) \cdot t_s(s) \quad (2.76)$$

Nga ky ekuacion ne kemi dy funksione transferimi. Njëra nga temperatura e ujit duke hyrë në tub dhe tjetra në temperaturën e ujit që del nga tubi:

$$H_p(s) = \frac{t_{uj}(s)}{t_{ub}(s)} = e^{-\alpha(s) \cdot L} \quad (2.77)$$

Dhe një nga temperaturat përreth në temperaturën e ujit nga tubi:

$$H_s(s) = \frac{t_{uj}(s)}{t_s(s)} = \frac{\beta(s)}{\alpha(s)} \cdot (1 - e^{-\alpha(s) \cdot L}) \quad (2.78)$$

Ku  $\alpha(s)$  dhe  $\beta(s)$  siç është dhënë me ekuacionin 2.74 dhe 2.75

Është e mundur të thjeshtësohet ekuacioni 2.77 dhe 2.78. Për ta bërë këtë, këto ekuacione duhet të rishkruhet në mënyrë të tillë që të jetë e mundur. Duke filluar me ekuacionin 2.77 ky ekuacion mund të shkruhet si

$$H_p(s) = e^{-\tau_p \cdot s} \cdot e^{-m_p \frac{T_2 \cdot s}{T_2 \cdot s + 1}} \cdot e^{-n_p} \quad (2.79)$$

Ku

$$\tau_p = \frac{L}{v} = \frac{\pi \cdot D_b^2 \cdot L}{4 \cdot \dot{Q}_u} \quad (2.80)$$

$$m_p = \frac{L}{v} \cdot \frac{K_1}{T_1} = \frac{h_b^2 \cdot \pi \cdot D_b \cdot L}{\dot{Q}_u \cdot \rho_u \cdot c_{p,u} \cdot \left( h_b + U \cdot \frac{D_j}{D_b} \right)} \quad (2.81)$$

$$n_p = \frac{L}{v} \cdot \frac{K_2}{T_1} = \frac{h_b \cdot U \cdot \pi \cdot D_j \cdot L}{\dot{Q}_u \cdot \rho_u \cdot c_{p,u} \cdot \left( h_b + U \cdot \frac{D_j}{D_b} \right)} \quad (2.82)$$

$p$  mund të konsiderohet si vonesa e transportit të ujit përmes tubit. Duke përdorur përafrimin është e mundur të shkruhet funksioni i transferimit joracional.

Ekuacioni 3.79 ipet në formën:

$$H_p(s) \approx K_p \cdot \frac{1 + T_{p1} \cdot s}{1 + T_{p2} \cdot s} \cdot e^{-\tau_p \cdot s} \quad (2.83)$$

Ku

$$K_p = e^{-n_p} \quad (2.84)$$

$$T_{p1} = e^{-\frac{m_p}{2}} \cdot T_2 \quad (2.85)$$

$$T_{p2} = e^{\frac{m_p}{2}} \cdot T_2 \quad (2.86)$$

$T_2$  dhe  $m_p$  janë parë në ekuacionin 2.69 dhe 2.81.  $K_p$  mund të konsiderohet si fitimi përmes tubit. Kjo vlerë është më pak se 1, kështu që uji në tub përjetojnë disa humbje të nxehtësisë gjatë transferimit. Vendosja e U-vlerës të ekuacionit 2.81 dhe 2.82 në zero çon në një sistem pa humbje të nxehtësisë

Ekuacioni 3.78 mund të shkruhet si:

$$H_s(s) = \frac{\beta(s)}{\alpha(s)} \cdot \left( 1 - e^{-\tau_p \cdot s} \cdot e^{-m_p \frac{T_2 \cdot s}{T_2 \cdot s + 1}} \cdot e^{-n_p} \right) \quad (2.87)$$

ku  $T_2$  jepet nga Ekuacioni 2.69,  $m_p$  nga ekuacioni 2.81,  $n_p$  nga ekuacioni 2.82 dhe  $\tau_p$  është dhënë nga ekuacioni 2.80. Funkzioni i transferimit në ekuacioni 2.87 mund të ipet ne formën:

$$H_s(s) \approx \frac{\beta(s)}{\alpha(s)} \cdot \left( 1 - K_p \cdot \frac{1 + T_{p1} \cdot s}{1 + T_{p2} \cdot s} \cdot e^{-\tau_p \cdot s} \right) \quad (2.88)$$

Relacioni ndërmjet  $\alpha$  dhe  $\beta$  mundet, duke përdor ekuacionin 2.68, të shkruhet si

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{K_2}{T_1 \cdot T_2 \cdot s^2 + (T_1 + T_2) \cdot s + K_2} \quad (2.89)$$

Kjo do të thotë se funksioni i transferimit i dhënë në ekuacionin 2.88 është i rendit të tretë. Një supozimi i arsyeshëm është të supozohet se ndryshimi në temperaturën përreth është i frekuencës së ulët (dmth  $ts$  ndryshon ngadalë me një frekuencë më të ulët se 1), atëherë është e mundur të shkruhet funksioni i transferimit si

$$H_s(s) \approx \frac{1 + T_{p2} \cdot s - K_p \cdot (1 + t_{p1} \cdot s) \cdot e^{-\tau_p \cdot s}}{T_o \cdot s + 1} \quad (2.90)$$

ku

$$T_o \approx \frac{T_1 + T_2 + K_2 \cdot T_{p2}}{K_2} \quad (2.91)$$

Kjo është e mundur pasi që termi i rendit më të lartë ( $s^3$  dhe  $s^2$ ) do të jenë të vogla në krahasim me termin e rendit të parë ( $s$ ). Një tjetër thjeshtësim është i mundshëm duke supozuar se është një temperaturë konstante që rrethon tubat dhe kanalet.

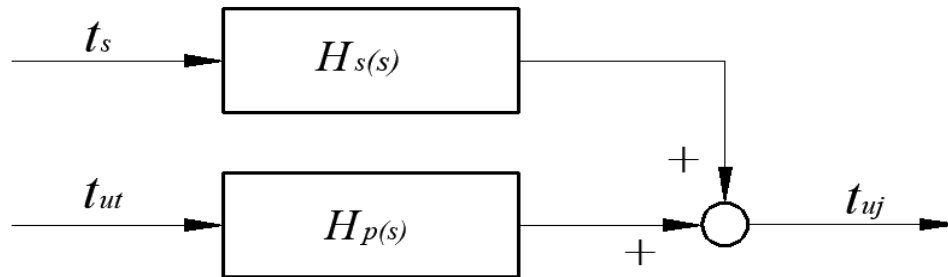


Figure 2.15: Bllok diagrami për modelin e tubacionit

$$H_s(s) = 1 - K_p \quad (3.92)$$

Së fundmi ekuacioni 2.83 dhe ekuacioni 2.92 mund të zbatohen si model i tubit. Bllok diagrami i këtyre ekuacioneve mund të shihet në figurën 2.15.

### 2.7.2. Lidhja elementeve të sistemit të ventilimit

Kur çdo komponent i një sistemi të ventilimit është modeluar çdo element mund të lidhet me njëri-tjetrin. Ky sistem i lidhur përbën sistemin e plotë të ventilimit të ndërtesës. Figura 2.16 tregon se si sistemi i ventilimit në këtë raport është i përfaqësuar në programin Simulink. Siç mund të shihet nga kjo figurë pasi njëri ka krijuar funksionet e transferimit për çdo komponent, është një detyrë mjaft e lehtë për t'i lidhur ato me njëri-tjetrin. Në figurën 2.16 ekziston gjithashtu një kontrollues i lidhur me sistemin e ventilimit.

### 2.8. Shtrirja e modelit për të mundësuar ndryshimin e volumit të ajrit

Modeli i paraqitur më sipër nuk është i vlefshëm për vëllime të ndryshme të ajrit. Përpjekjet janë bërë për të zgjeruar modelin për ta bërë atë të vlefshme edhe për vëllime të ndryshme të ajrit. Seksioni në vijim është një përmbledhje e këtyre përpjekjeve dhe rezultatit të tij.

Modelet e komponentëve të listuar më poshtë varen nga një vëllim i vazhdueshëm i ajrit:

- Ventilatorët
- Spiraloja e ngrohjes
- Njësia për rikuperim të ajrit
- Tubacionet dhe kanalet

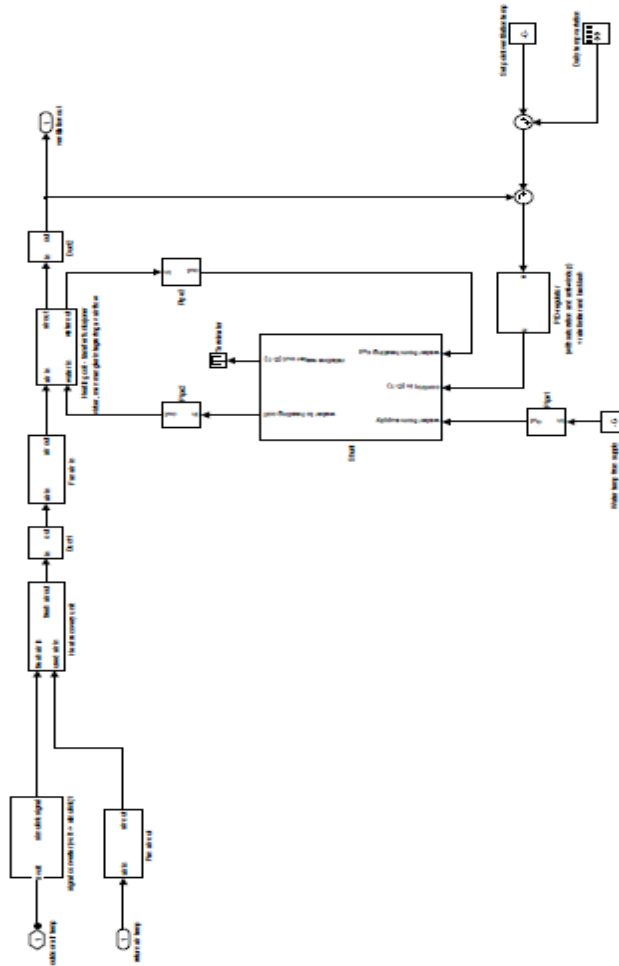


Figura 2.16: Bllok diagrami i bllokut të sistemit të ventilimit të Saltstraumen shkollë elementare

Kështu që secila prej këtyre komponentëve duhet të rimodelohet në mënyrë që sistemi të jetë i vlefshme për rrjedhën e ndryshme të ajrit. Spiraloja e ngrohjes u zgjidh si komponenti i parë për të rimodeluar për shkak të rëndësisë së saj në sistem.

## 2.9. Rimodelimi i spirales së ngrohjes

Ekuacionet e ndryshme për spirale të ngrohjes, Ekuacioni 2.26 dhe 2.28, të dhëna në seksionin 2.6.3 janë ripunuar këtu për lehtësinë e lexuesit.

$$m_{sn} \cdot c_{p,sn} \cdot \frac{\partial t_{ud}}{\partial t} = \dot{m}_u \cdot c_{p,u} \cdot (t_{ub} - t_{ud}) - (U A)_{sn} \cdot (t_{ud} - t_{ab}) \quad (2.93)$$

$$m_{aj} \cdot c_{p,aj} \cdot (t_{aj} - t_{ab}) = (U A)_{sn} \cdot (t_{ud} - t_{ab}) \quad (2.94)$$

Me rrjedhje të ndryshëm të ajrit, supozimi i një ajri konstant ajror nuk mbaron më tutje. Kjo do të thotë  $\dot{m}_{aj}$  (përfshirë në  $(UA)_{sn}$ ) ndryshon me kalimin e kohës dhe duhet të shkruhet si  $\dot{m}_{aj}(t)$ . Meqë  $\dot{m}_{aj}(t)$  po ndryshon me kalimin e kohës, ekuacioni diferencial për ajër, Ekuacioni 2.94, nuk është më i vlefshëm dhe duhet të rishkruhet në të njëjtën formë si ekuacioni 2.93. Kjo çon në ekuacionin diferencial si në vijim:

$$m_{sn} \cdot c_{p,sn} \cdot \frac{\partial t_{ad}}{\partial t} = \dot{m}_{aj}(t) \cdot c_{p,aj} \cdot (t_{ab} - t_{ad}) - (U A)_{sn} \cdot (t_{ud} - t_{ab}) \quad (2.95)$$

Ekuacioni 2.93 dhe 2.95 përshkruan ndryshimin e temperaturave në ujë dhe ajër gjatë tranzitit të tij përgjatë spirales së ngrohjes. Këto ekuacione janë në kundërshtim me atë të gjetur në seksionin 2.6.3 të vlefshme për ndryshimin e shpejtësisë së ajrit. Duhet të theksohet se meqë  $\dot{m}_{aj}(t)$  ndryshon me kalimin e kohës nuk është e mundur të përfaqësohet modeli i ri i spirales së ngrohjes duke përdorur funksionet e transferimit. Kështu, ekuacionet duhet të zbatohen direkt në Matlab. Lidhja e devijuar u zbatua gjithashtu duke përdorur këtë qasje.

U- koeficienti i transmetimit të nxehtësisë ( $W/m^2 K$ )

A-Sipërfaqja e transmetimit të nxehtësisë ( $m^2$ )

Tjetra vlerë e panjohur  $UA_{sn}$  duhet të gjendet. Ka disa mënyra për të përcaktuar këtë vlerë. Në seksionin 2.6.3  $UA_{sn}$  është përcaktuar duke përdorur ftohjen relative të ujit, ( $\epsilon_u$ ) dhe ngrohjen relative të ajrit ( $\epsilon_{aj}$ ) si:

$$(U A)_{sn} = \frac{\epsilon_{aj}}{1 - \epsilon_u} \cdot \dot{m}_{aj} \cdot c_{p,aj} \quad (2.96)$$

ose

$$(U A)_{sn} = \frac{\epsilon_u}{1 - \epsilon_u} \cdot \dot{m}_u \cdot c_{p,u} \quad (2.97)$$

Duhet të theksohet se të dyja ( $\epsilon_{aj}$ ) dhe ( $\epsilon_u$ ) janë konstante vetëm për aq kohë sa edhe rrjedhja e ajrit dhe e ujit përmes spirales së ngrohjes mbeten konstante. Kjo nuk ndodh më pasi që rrjedhja e ajrit është vendosur të ndryshojë. Megjithatë pritet që ato të ndryshojnë vetëm me një fraksion të vogël për shkak të vëllimit të ndryshuar të ajrit përmes spirales së ngrohjes dhe prandaj ato ende konsiderohen të jenë konstante edhe pse kjo nuk është plotësisht e saktë. Kështu, variabli i vetëm nga këto ekuacione është  $\dot{m}_{aj}$ . Ekuacioni 2.96 përfshin këtë dhe kështu ky ekuacion duhet të përdoret për të modeluar transferimin e nxehtësisë ndërmjet ajrit dhe ujit. Kombinimi i kësaj me ekuacionin 2.93 dhe ekuacioni 2.95 rezulton në modelin Simulink të paraqitur në Figurën 2.32. Simulimi i sistemit të ventilimit duke përdorur këtë spirale ngrohëse dhe nga ana tjetër mbajtja e parametrave të barabartë rezulton në zhvillimin e temperaturës të paraqitur në figurën 2.18. Ky zhvillim i temperaturës nuk është aspak i dëshiruar ose mundësi fizik pasi që pothuajse devijon nga temperatura e ajrit në spirale të ngrohjes edhe pse hapja e valvulave është 100%. Është e qartë

se nuk është dhe për këtë arsye mund të konkludohet se spiralja e ngrohjes nga ky seksion nuk funksionon siç është menduar.

Duhet të theksohet se një tjetër mënyrë e zakonshme e përcaktimit të transmisionit të nxehtësisë, e definuar si  $Q = (UA)_{sn} (t_{uj} - t_{ab})$  më lart, është ta përcaktojë atë si  $(UA)_{sn}$  LMTD ku LMTD është temperatura mesatare e densitetit. Kjo është përcaktuar si

$$LMTD = \frac{\Delta T_d - \Delta T_h}{\ln \left( \frac{\Delta T_d}{\Delta T_h} \right)} \quad (2.98)$$

Duke përdorur këtë definim për transferimin e nxehtësisë nuk sjell rezultate më të mira se sa me përdorimin e definicionit të vjetër. Pas disa përpjekjeve të modelimit të një spirale të ngrohjes të vlefshme për ndryshimin e ajrit duke prezantuar shumë modele të ndryshme, nga të cilat ajo e paraqitur më sipër është më premtuese, u vendos për shkak të kufizimeve kohore për të mos zbatuar një model që përfshin këtë pronë.



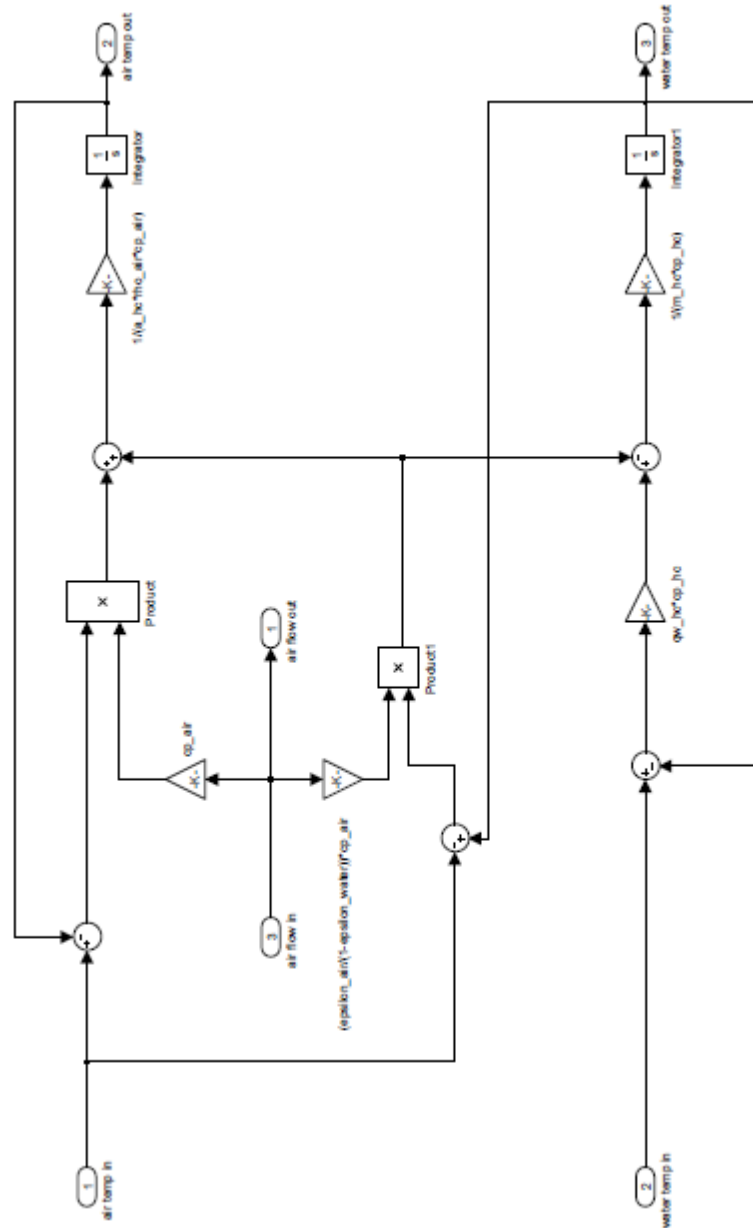
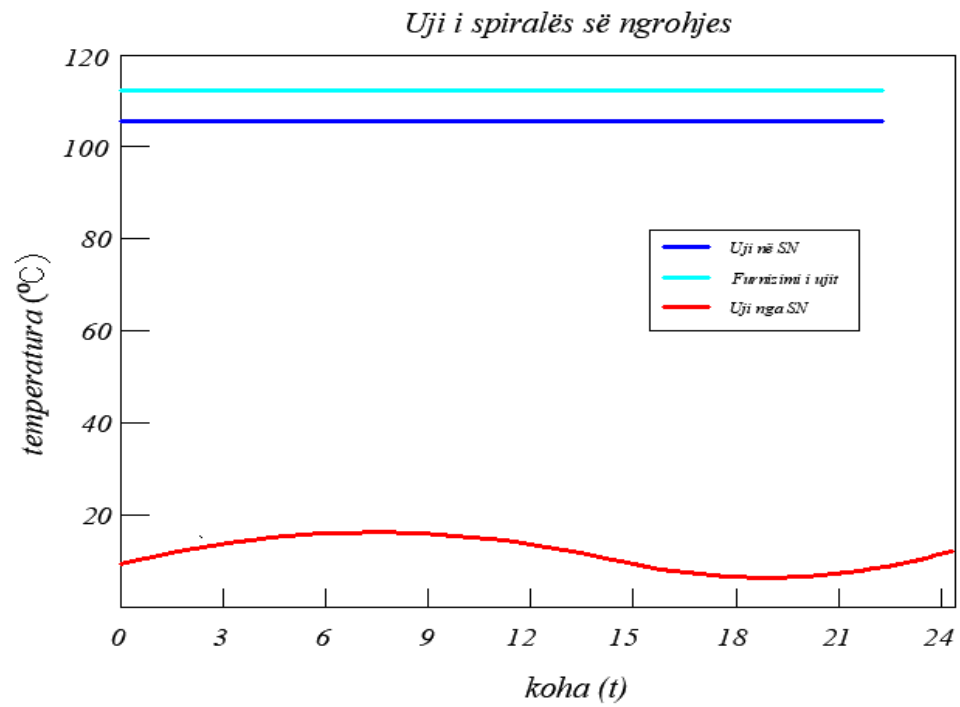


Figura 2.17: Modeli Simulink i spirales së ngrohjes me rrjedhje të ndryshueshëm të ajri



*Figura 2.18: Zhvillimi i temperaturës së ventilimit, ujit në spirale të ngrohjes dhe ujit nga spiralja e ngrohjes duke përdorur spirale të ngrohjes me fluks të ndryshueshëm të ajrit. Gjithashtu mund të shihet edhe sinjali i kontrollit.*

### **3.0. MODELIMI I BILANCIT HIGRO-TERMIK TË HAPËSIRË TERMIKE**

#### **3.1. Modelimi i ajrit të brendshëm**

Temperatura e ajrit të brendshëm është modeluar thjesht si një kondensator që përfaqëson kapacitetin e nxehtësisë së ajrit në dhomë. Tensioni fillestar i këtij kondensatori përfaqëson temperaturën fillestare të dhomës.

#### **3.2. Lidhja e elementeve të dhomës**

Kur modelojmë një dhomë të tërë, secili nga elementët e mëhershme të ndërtesës që gjenden në atë dhomë të veçantë duhet të jenë të lidhura. Kjo bëhet thjesht duke lidhur portin e quajtur "temperatura e ajrit të brendshëm" në të njëjtin port në një element tjetër të ndërtesës. Edhe pse kjo çon në një model të mirë të dhomës, nuk përfshin rrezatimin nëpër dritare në mur dhe tavan, gjithashtu nuk do të përfshijë as rrezatimin nga radiatorët në mur dhe tavan. Për të zbatuar këtë, rezistentët që përfaqësojnë rrezatimin janë të lidhura në mes të murit, tavanit dhe në mes të dy rezistentëve që përfaqësojnë dritaren.

E njëjta gjë bëhet edhe për radiatorin. Modeli i dhomës tani është më i përafërt me modelin real, prandaj ky zbatim nuk duhet të neglizhohet. Sigurisht që do të ketë edhe rrezatim në dysheme, por për të siguruar që modeli i ndërtesës të mos bëhet kompleks, kjo është neglizhuar. Gjithashtu muri me dritare nuk pritet të marrë aq shumë energji rrezatimi si muret e tjera. Kjo nuk merret parasysh kur modelohet dhe kështu do të balancojë faktin që dyshemeja nuk është marrë parasysh. Qarku elektronik i nevojshëm që të modelojmë tërë dhomën, është treguar në figurë 2.1.

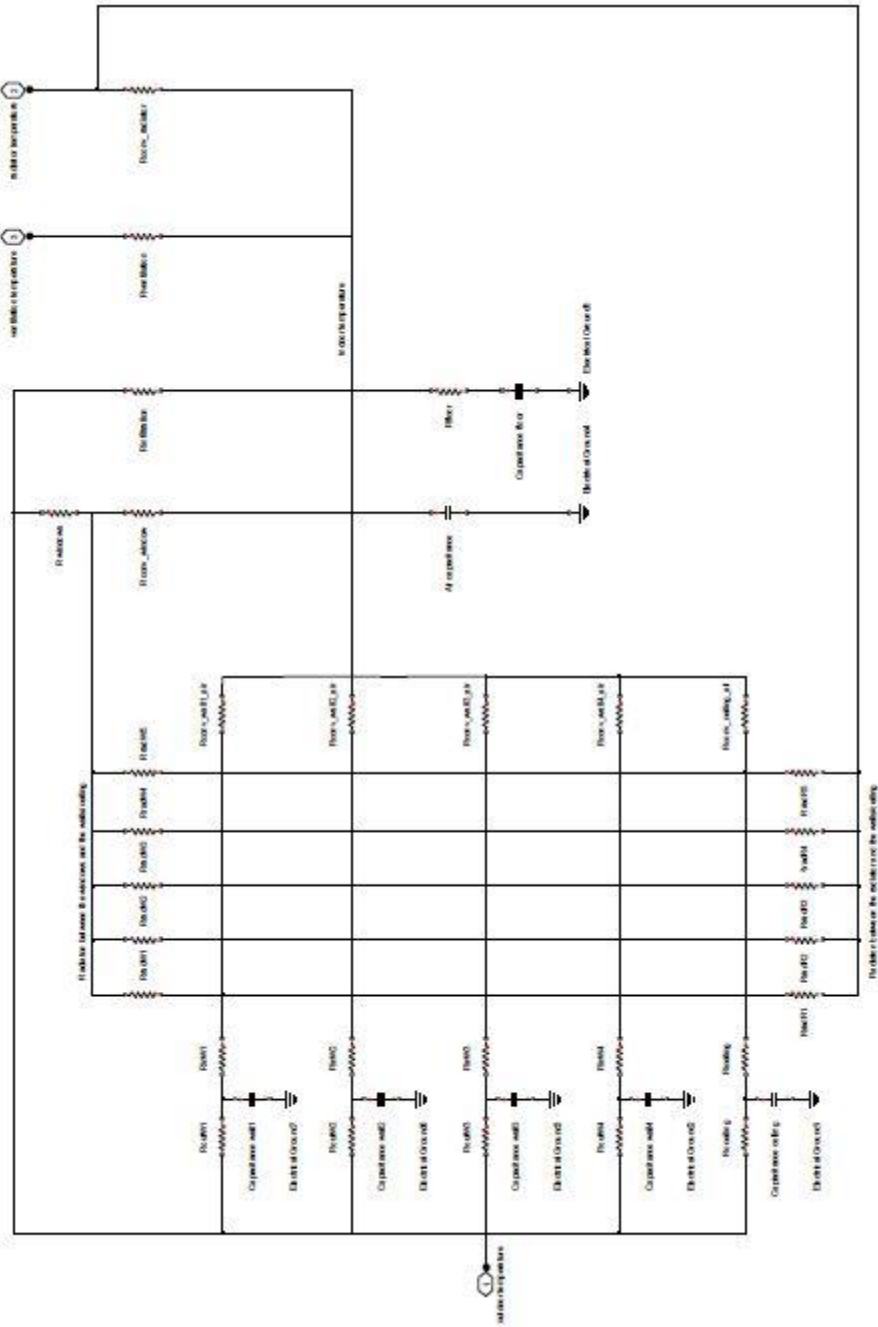


Figura 3.1. Analogjia elektrike – dhoma

### 3.3. Kontrollimi i modelit të dhomës

Për të kontrolluar se si sillet modeli i dhomës siç pritej, disa simulime të modelit janë bërë për të treguar ndryshimin e temperaturës së dhomës bazuar në temperatura të ndryshme të ambientit përreth dhomës. Këto simulime bazohen në një dhomë pasive, që do të thotë se nuk ka elemente aktive (p.sh. ndonjë radiator ose ventilim) që ndikon në ndryshimin e temperaturës së dhomës. Prandaj ndryshimi i temperaturës është rezultat vetëm i dallimeve fillestare të temperaturës midis ajrit të jashtëm dhe ajrit të brendshëm.

Ndryshimet e temperaturës në dhomë për shkak të radiatorëve dhe ventilimit do të futen më vonë në raport, figura 2.2 tregon ndryshimin e temperaturës duke përdorur  $5^{\circ}\text{C}$  si temperaturë të ambientit të jashtëm dhe  $20^{\circ}\text{C}$  si temperatura fillestare e brendshme. Së bashku me një temperaturë fillestare prej  $20^{\circ}\text{C}$  për muret, tavan dhe çati, dhe me ventilim të fikur, modeli simulohet për një kohëzgjatje prej 1 ditësh. Figura tregon se temperatura e dhomës bie drejt temperaturës së jashtme.

Simulimi për një periudhë më të gjatë kohore vërteton që rënia e temperaturës ndalon në fakt kur temperatura e brendshme është e barabartë me temperaturën e jashtme (Figura 2.3). Kjo përgjigje ka kuptim pasi që vetë dhoma nuk prodhon ndonjë nxehtësi. Kështu temperatura e brendshme duhet të bie në drejtim të temperaturës së jashtme. Siç mund të shihet nga diagrami në Figurën 2.3, temperatura bie shpejt gjatë orëve të para përpara se të ngadalësohet rënia përderisa temperatura e brendshme të afrohet me temperaturën e jashtme. Kjo është ashtu siç pritet sipas ligjit të dytë të termodinamikës.

Figura 2.4 tregon të njëjtën gjë sikurse figura 2.2 me një përjashtim; temperatura fillestare e mureve, tavanit dhe çatisë është tani  $10^{\circ}\text{C}$  në vend të  $20^{\circ}\text{C}$ . Siç mund të shihet nga diagrami në këtë figurë rënia e temperaturës është shumë më e fortë gjatë orës së parë. Ky lloj reagimi ndaj temperaturës është ashtu siç pritet për shkak të faktit se masa termike e mureve, tavanit dhe dyshemesë janë marrë më të mëdha se masa termike e ajrit brenda ndërtesës. Prandaj ajri shpejt arrin temperaturën e murit dhe më pas ndjek këtë temperaturë derisa të dy temperaturat të jenë të barabarta me temperaturën e jashtme.

Përfundimisht modeli është testuar me një temperaturë të jashtme që ndryshon. Tani temperatura e jashtme është një kurbë sinusoidale me një amplitudë prej  $10^{\circ}\text{C}$  dhe një frekuencë prej një për ditë plus një temperaturë konstante prej  $5^{\circ}\text{C}$ . Kjo çon në një temperaturë që varion midis  $-5^{\circ}\text{C}$  dhe  $15^{\circ}\text{C}$  gjatë 24 orëve. Temperatura e brendshme e fituar prej këtij lloji të temperaturës së jashtme është treguar në figurën 2.5.

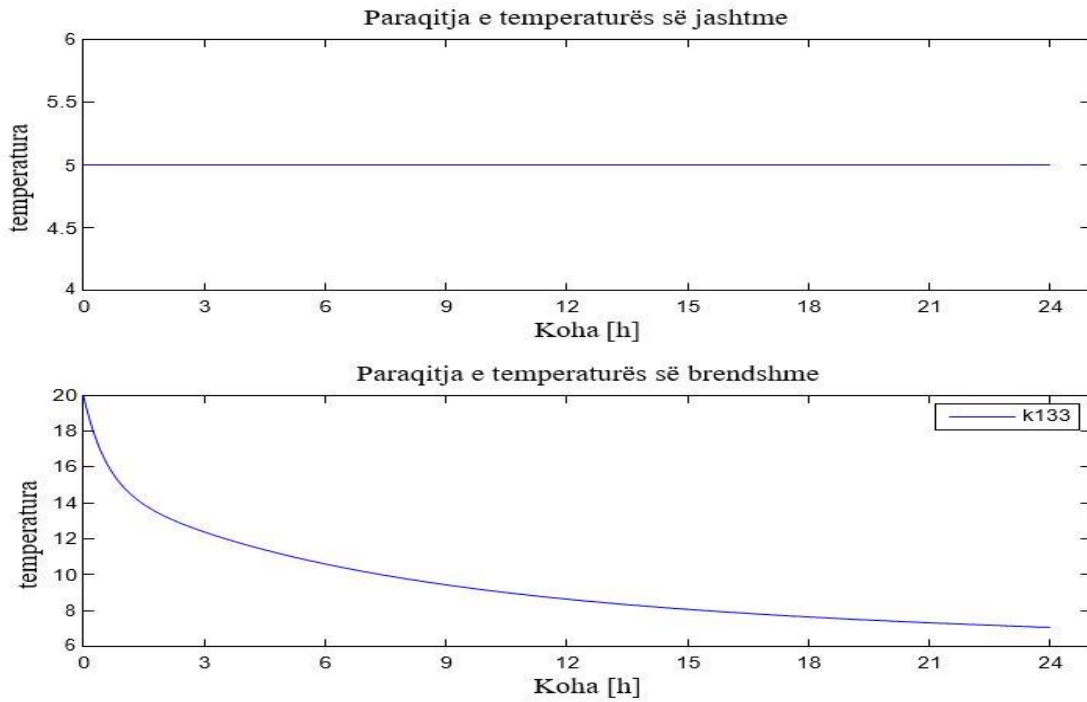
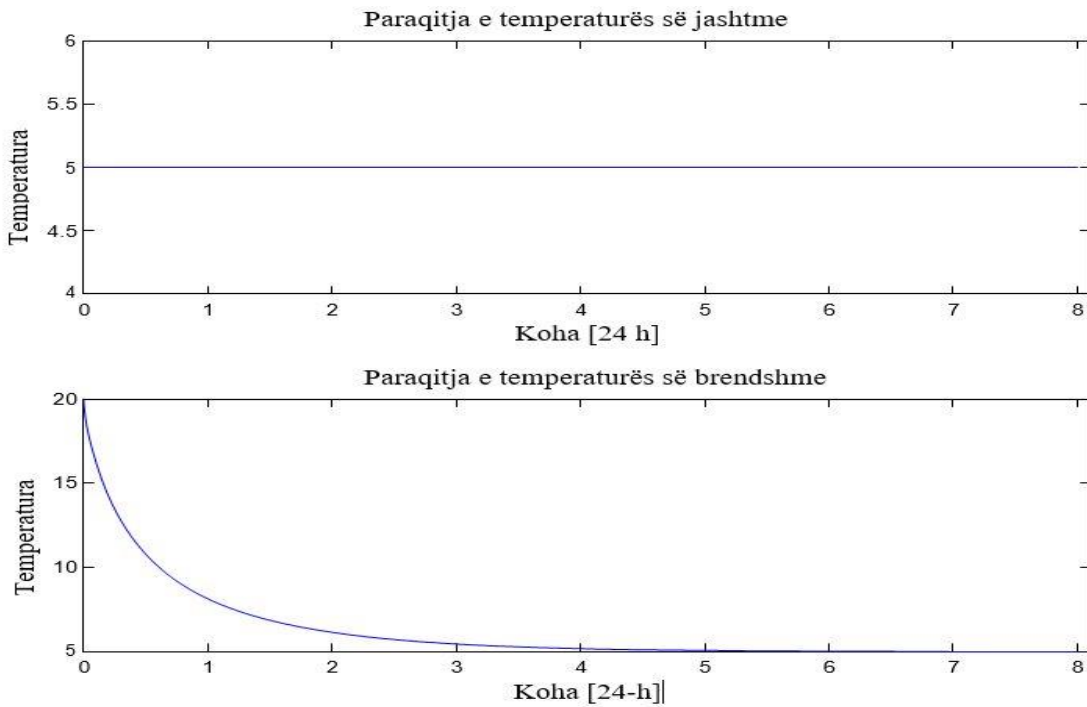
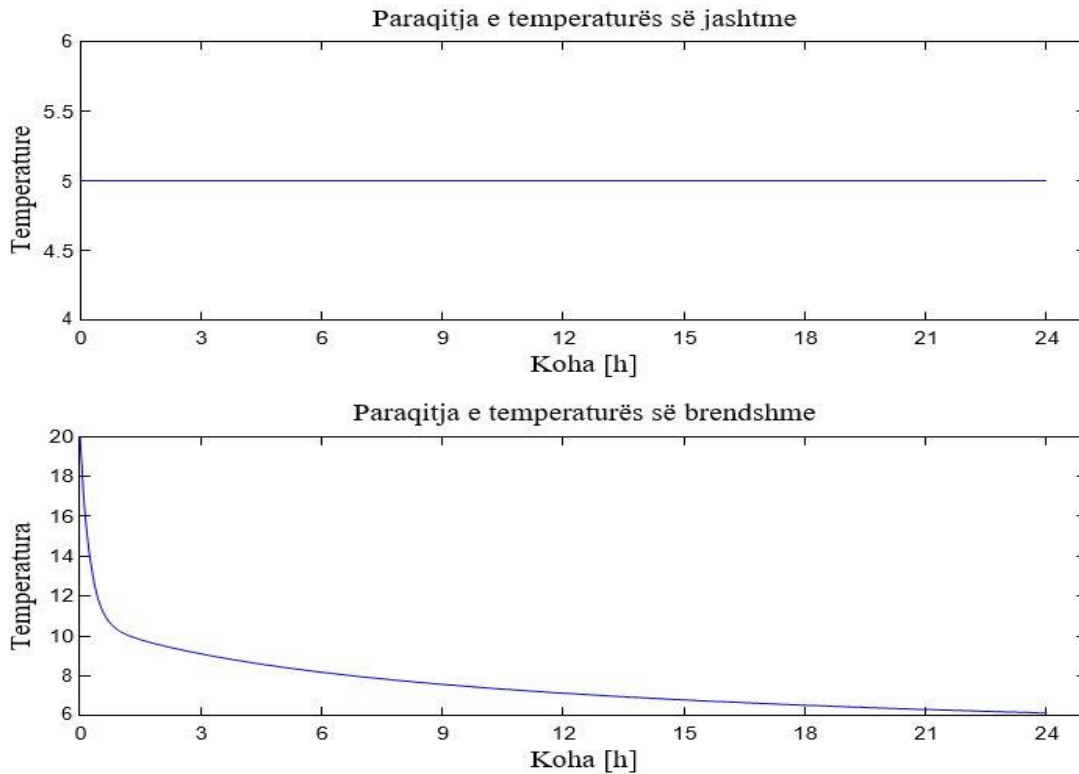


Figura 3.2: Kohëzgjatja e modelit të ndryshimit të temperaturës së një dhome të vetme pasive : 1 ditë, temperatura e jashtme: 5°C, temperatura fillestare e brendshme: 20°C, temperature fillestare e murit fillestare: 20°C)



(Figura 3.3: Kohëzgjatja e modelit të ndryshimit të temperaturës së një dhome të vetme pasive: 8 ditë, temperatura e jashtme: 5°C, temperatura fillestare e brendshme: 20°C, temperature fillestare e murit: 20°C)



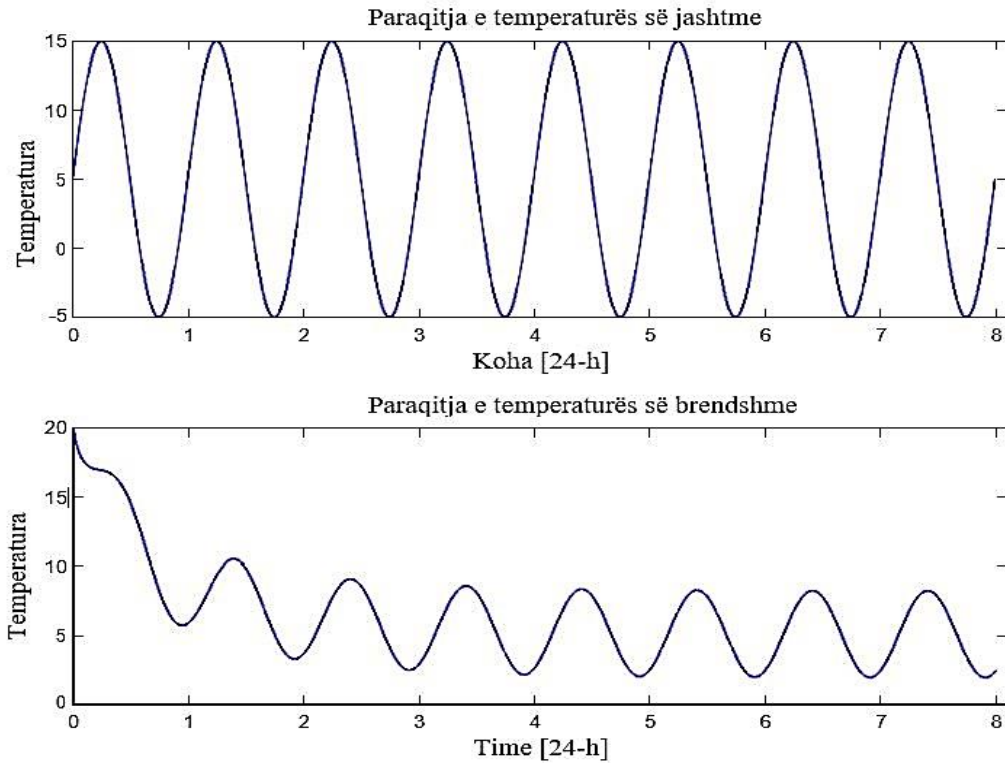
(Figura 3.4: kohëzgjatje e modelit të ndryshimit të temperaturës së një dhome të vetme pasive: 1 ditë, temperatura e jashtme: 5°C, temperatura fillestare e brendshme: 20°C, temperatura fillestare e murit: 10°C)

Duke krahasuar këtë përgjigje të temperaturës ndaj temperaturës së jashtme është e lehtë të shihet se temperatura e brendshme zbret drejt temperaturës së jashtme dhe pastaj ndjek ndryshimin e temperaturës së jashtëm, megjithëse me vonesë. Kjo vonesë është e pranishme për shkak të masës së madhe termike në mure. Masa termike ruan energji në formë të nxehtësisë dhe kështu ka nevojë për një kohë të caktuar për tu ftohur ose për tu ngrohur. Kjo është gjithashtu arsyeja pse temperatura e brendshme nuk arrin kurrë ekstreme të ndryshimit të temperaturës (p.sh. -5°C ose 15°C).

Së bashku këto diagrame tregojnë se modeli termik i dhomës po i përgjigjet ndryshimeve të temperaturës së jashtme siç mund të pritej nga përvojat reale të jetës. Kështu është treguar se modeli është i vlefshëm, që do të thotë është mjaft i saktë dhe se mund të përdoret për të simuluar ndryshimin e temperaturës në ndërtesa.

### 3.4. Lidhja e dhomave fqinje

Ky seksion zgjeron modelin e dhomës së vetme duke lidhur disa dhoma fqinje. Duke bërë këtë mund të modelojmë një ndërtesë të tërë e përbërë nga disa dhoma, salla dhe dysheme. Modeli i zgjeruar në këtë raport do të ketë vetëm një kat, por lidhja e disa kateve me modelin bëhet pikërisht në të njëjtën mënyrë si për muret që lidhin dhomat fqinje.



(Figura 3.5: Kohëzgjatja e modelit të ndryshimit të temperaturës së një dhome të vetme pasive: 8 ditë, temperatura e jashtme e ndryshueshme, temperatura fillestare e brendshme 20°C, temperatura fillestare e murit 20°C)

### 3.5. Termohigrometria (Difuzimi i lagështirës në strukturat e ndërtimit)

Difuzioni i lagështirës ose termohigrometria, që shkaktohet veçanërisht nga diferenca e presioneve të pjeshme të lagështirës, është objekt i rëndësishëm studimi sidomos për muret e ndërtesave. Analiza bëhet edhe më e rëndësishme kur në brendësi të murit ndodh edhe kondensimi i avullit.

Le të studiojmë rastin më të përgjithshëm të një muri me shumë shtresa me vendosje në seri me trashësi  $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$  fig. 2.6 me koeficient të depërtueshmërisë së lëndës  $\mu_1, \mu_2 \dots \mu_n$ , me presione të pjeshme  $p_{ma1}, p_{ma2} \dots p_{man}$ , në të dy anët të brendshëm dhe të jashtëm të murit dallojmë lëvizje të ajrit dhe zhvendosje të lagështirës (si rezultat i gradientëve përkatës) ku dallojmë koeficientet konvektiv të jashtëm dhe të brendshëm respektivisht  $\beta_j$  dhe  $\beta_b$  si dhe presionet e pjeshme përkatëse  $p_{a1}$  dhe  $p_{a2}$ .



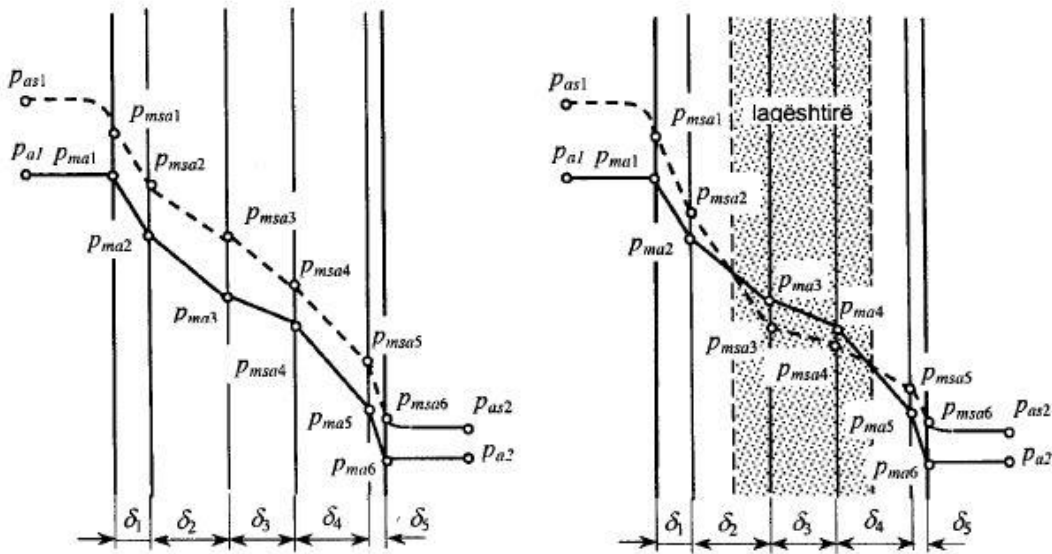


Fig. 2.6. Lëvizja e ajrit nëpër mur dhe zhvendosja e lagështirës si rezultat i gradientëve përkatës

Rryma e lagështirës që depërton në mur është:

$$\dot{M} = \frac{P_{a1} - P_{a2}}{\frac{1}{\beta_b F} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i F} + \frac{1}{\beta_j F}} = \frac{P_{a1} - P_{a2}}{R_{dk,b} = R_{dm} + R_{dkj}} \quad (3.1)$$

Prej nga rezulton edhe rezistenca e plotë në lidhje me depërtimin e masës,  $R_p$ .

$$R_p = R_{dk,b} + R_{dm} + R_{dk,j} = \frac{1}{\beta_b F} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i F} + \frac{1}{\beta_j F} \quad (3.2)$$

Për shkak të shtresave të holla kufitare të difuzionit të lëndës, koeficientet konvektivë  $\beta_b$  e  $\beta_j$ , kanë vlera aq të mëdha sa që presionet e pjesshme të avullit në brendësi të rrymës dhe në kontakt me sipërfaqet e murit janë gati të barabartë, dmth  $p_{a1} = p_{ma1}$  dhe  $p_{a2} = p_{m2}$ . Në kushte të tilla, rezistencat përkatëse të konveksionit mund të mos përfillen. Për rrjedhim barazimi thjeshtohet deri në formën.

$$\dot{M} = \frac{P_{a1} - P_{a2}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i F}} \quad (3.3)$$

Ashtu si për temperaturën në transmetimin e nxehtësisë, edhe për presionin në kalimin e masës, mund të ndërtohet vija e shpërndarjes së tij, pjerrësia e së cilës varet nga rezistenca e murit ndaj depërtimit të lagështirës. Kur në një pikë të çfarëdoshme të shtresave të murit, presioni i pjesshëm i avullit të ndodhur në ajër arrin atë të ngopjes konstatohet kondensimi i avullit, i cili

dihet se është i lidhur me temperaturën. Dukuria shfaqet sipërfaqësore, kur ndodh në anët e murit dhe vëllimore, kur ndodh në brendësi të tij. Kondensimi vëllimor varet edhe nga lloji i materialit dhe është më i mundur për gjendjet poroze të tij.

Për murin me pesë shtresa, të dhënë në figurën 3.6, janë treguar dy raste. Në të parin të gjithë presionet e ngopjes janë më të mëdha se presionet e pjesshme të avullit, pra edhe vija e shpërndarjes së tyre ndodhet më lart. Meqenëse, plotësohet kushti i dhënë me mosbarazimin (13-15), pra nuk ka kondensim vëllimor, shtresat e murit qëndrojnë të thata. Në rastin e (fig.3.6b), vijat e shpërndarjes së presioneve ndërpriten me njëra tjetrën. Në hapësirat ku presioni i avullit është më i lartë se presioni i ngopjes së tij, d.m.th. në ato ku nuk respektohet mosbarazimi, shtresat e materialit lagështohen, duke lënë të tjerat në gjendje të thatë. (Zona me lagështirë është e shënuar pika pika).

Kjo analizë provon gjithashtu se, dukuria e kondensimit vëllimor, e lidhur me cilësinë e materialeve të shtresave nëpër të cilat depërton avulli, varet edhe nga renditja e tyre.

### 3.6. Modeli i procesit në dhomë

Në verë ajri i kondicionuar hyn në dhomë në gjendjen 1 dhe largohet në gjendjen 2, siç tregohet në figurën 3.9.a dhe 3.10.b. Rritja e temperaturës nga  $t_1$  në  $t_2$  është pasojë e energjisë së marrë nga njerëzit, pajisjet etj, si dhe nga nxehtësia e futur nga rrethimi. Rritja e përmbajtjes së lagështirës ( $d_2d_1$ ) është kryesisht prej lagështisë që avullon nga njerëzit në dhomë dhe lagështia që mund të merret si shtesë e avujve të pangopur.

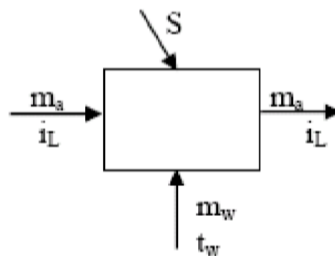


Fig. 3.9. Dhoma e përzierjes së ajrit të kondicionuar

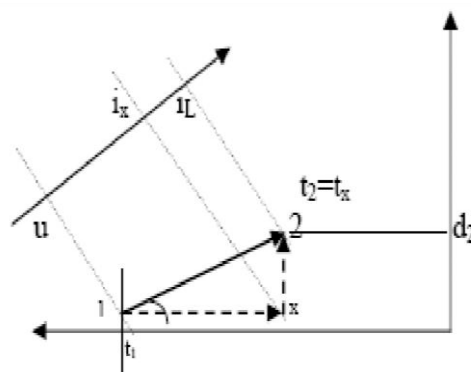


Fig. 3.10. Paraqitja grafike e përmbajtjes së lagështisë

Le të jetë  $m_a$ , masa e ajrit të thatë që hyn dhe del nga dhoma. Le të jetë  $m_w$ , masa e lagështisë së avullit që hyn në dhomë, në temperaturë  $t_w$ , dhe le të jetë  $S$ , sasia e nxehtësisë së transmetuar në dhomë.

Kemi:

$$S + m_w = m_a (i_2 - i_1); m_w = m_a (d_2 - d_1) \quad (3.4)$$

Pjesëtojmë me  $m_w$  të dy anët dhe zëvendësojmë djathtas  $m_w$

$$S + \frac{i_s}{m_w} = \frac{(i_2 - i_1)}{(d_2 - d_1)} \quad (3.5)$$

Për gjendjen 2, të ajrit në dhomë, vija e procesit mund të ndërtohet nga pika 2, me pjerrësi të dhënë sipas ekuacionit (3.2). Temperatura e ajrit që hyn në gjendjen 1 me masë fikse  $m_a$ , rritet nga  $t_1$  në  $t_2$ .

Termi i nxehtësisë sensible përdoret për të shprehur ndryshimin e entalpisë në mungesë të ndryshimit të përmbajtjes së lagështisë dhe termi nxehtësi latente përdoret për ndryshimin e entalpisë, në sajë të avullimit të avujve të ujit, për temperaturë konstante të termometrit të thatë. Nxehtësia latente plus nxehtësia sensible e përftuar, njihet si nxehtësia totale e përftuar, dhe matet me ndryshimin e entalpisë së ajrit në dhomë. Duke iu referuar fig. 3.10 nxehtësia sensible e fituar është :

$$S = m_a (i_x - i_1) = m_a C_{apr} (t_2 - t_1) \quad (3.6)$$

Zakonisht nxehtësia latente e përftuar hyn kryesisht prej njerëzve, kështu duke përdorur përafrimin e entalpisë specifike mund të shkruajmë :

$$\text{Nxehtësia latente e përftuar} = m_a(d_2-d_1)(\text{është në } 30^\circ\text{C}) \quad (3.7)$$

Ku,  $30^\circ\text{C}$  është marrë temperatura e veshjeve trupore të njerëzve dhe nga tabela vlera  $i_s$  në  $30^\circ\text{C}$  është  $2255,7$  kJ/kg. Trupi prodhon djersë, (entalpia  $i_w$ ), dhe nxjerr avuj ( $i_{fg}$ ) në përputhje me sigurimin e efektit ftohës për të mbajtur konstant temperaturën e trupit.

Energjia e prodhuar nga trupi për të siguruar këtë efekt ftohës është e njëjtë me entalpinë e ujit,  $i_w$ , plus entalpinë e avullimit,  $i_{fg}$ , duke dhënë energjinë totale hyrëse në ajrin në dhomë  $i_s$ , në temperaturën e trupit, që u vendos më sipër. Nëse temperatura e një dhome është zakonisht  $10$  K, më poshtë se temperatura e trupit të njeriut, atëherë procesi i lagështimit, në sajë të lagështisë së shtuar nga njerëzit, nuk është në të vërtetë në temperaturë konstante. Në temperaturë konstante kemi:

$$\text{Nxehtësia latente e fituar} = m_a(d_2-d_1)(i_s \text{ në } t_2). \quad (3.8)$$

Në dimër ka humbje neto të nxehtësisë, në vend të përfitimit si dhe ka akoma shtim lagështie nga njerëzit e pranishëm. Një vijë procesi tipike, për një dhomë në dimër, jepet në figurën 3.11.

Në këtë rast  $S = -m_a(i_1 - i_x)$

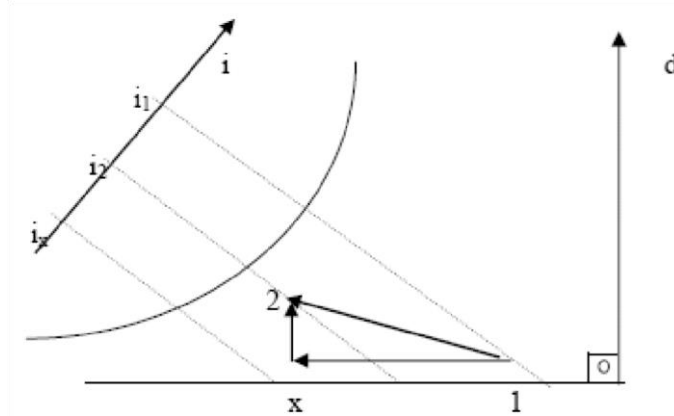


Fig. 3.11. Paraqitja e humbjeve të nxehtësisë dhe shtimit të lagështisë

Si më parë  $L = m_a(i_2 - i_x) = m_a(d_2 - d_1) 2555,7$   
 $S + L = m_a(i_2 - i_1)$

Në dimër, S ka zakonisht vlerë negative, ndërsa L pozitive. Pjerrësia e vijës së kushteve të procesit është tani në kuadrantin e sipërm (ose të poshtëm djathtas) të treguesit. Për të përfituar pjerrësinë nga kuadrati duhet të marrim në konsideratë raportin e humbjeve të nxehtësisë sensible, me shumën: e nxehtësisë sensible të humbur dhe nxehtësisë latente të përfituar.

### 3.7. Madhësitë themelore të ajrit të lagësht

Në përgjithësi përzierja e gazrave dhe e avujve merret si përzierje e përbërë nga dy komponentë: gazrat e thata (ajri i thatë) dhe avujt e ujit.

#### 3.7.1. Presioni i ajrit të lagësht

Presioni i përgjithshëm i përzierjes  $p$ , sipas ligjit të Daltonit është i barabartë me shumën e presioneve të pjesshme të gazrave të thata (ajrit të thatë)  $p_L$  dhe të avujve të ujit  $p_w$ , pra

$$p = p_L + p_w \quad (3.9)$$

Barazimet e gjendjes për komponentët e përzierjes (ajrin e thatë dhe avullin e ujit), janë:

$$p_L \cdot V = m_L \cdot R_L \cdot T \quad (3.10)$$

$$p_w \cdot V = m_w \cdot R_w \cdot T \quad (3.11)$$

Sipas barazimeve (3.9), (3.10) dhe (3.11) del:

$$p \cdot V = (m_L \cdot R_L + m_w \cdot R_w) \cdot T \quad (3.12)$$

$p$  – presioni absolut i ajrit të lagësht në Pa;

$V$  – vëllimi i ajrit të lagësht që shqyrtohet në  $m^3$ ;

$m_L$  – masa e ajrit të thatë në ajrin e lagësht në kg;

$m_w$  – masa e lagështisë në ajrin e lagësht në kg;

$T$  – temperatura e ajrit të lagësht në K;

$R_w = 461.51 \text{ J/(kgK)}$  – konstantja individuale e gazit për avullin e ujit në ajrin e lagësht.

$R_L = 287 \text{ J/(kgK)}$  – konstantja individuale e gazit për ajrin e thatë në ajrin e lagësht.

Barazimi (3.12) paraqet një barazim termik të gjendjes për ajrin e lagësht.

Presioni i pjesshëm i avullit të ujit nuk mund ta mbizotërojë presionin e ngopjes për temperaturën përkatëse, do të thotë  $p_w \leq p_{ws}$ .

Ajri i lagësht, për të cilin presioni i pjesshëm i avullit të ujit është më i vogël sesa presioni i ngopjes, emërohet si ajër i lagësht jo i ngopur. Avulli i ujit që përmbahet në të jepet si avull i tejnxehur (gjendja 1 në fig.3.12).

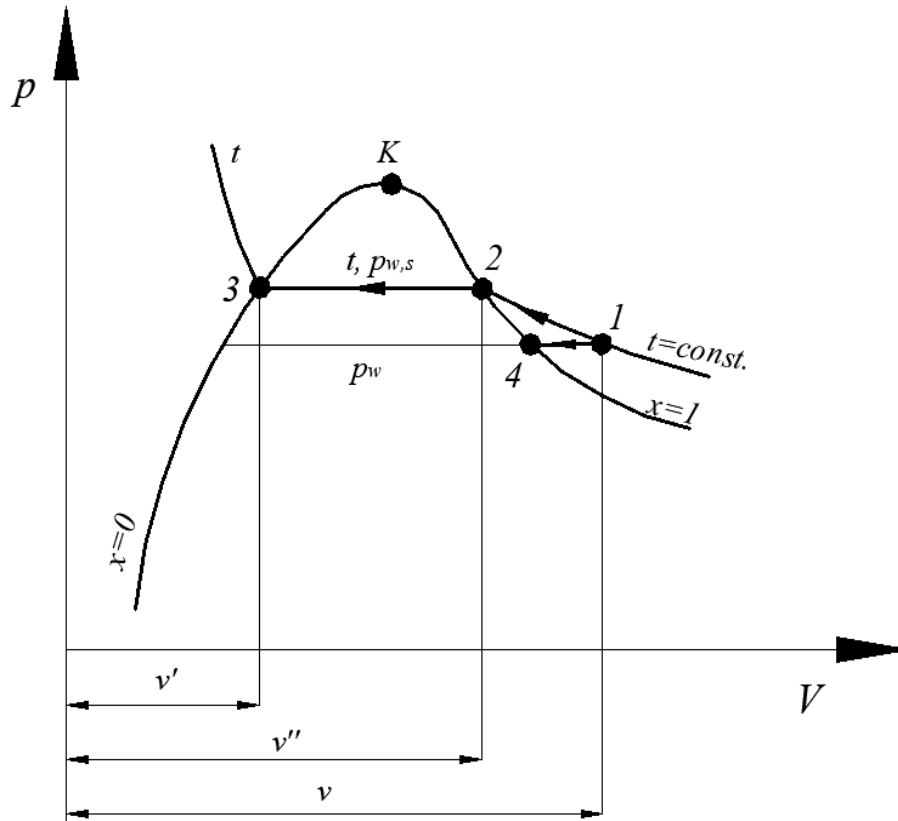


Fig. 3.12. – Rritja izotermike e shtypjes së pjesshme dhe e përmbajtjes së avullit të ujit në ajrin e lagësht

Ajri i lagësht, për të cilin presioni i pjesshëm i avullit të ujit është i barabartë me atë të ngopjes, jepet si ajër i lagësht i ngopur. Avulli i ujit që përmbahet në të jepet si avull i thatë (gjendja 2).

Me kusht që ajri i lagësht jo i ngopur të ftohet në kushte të shtypjes së pandryshuar, bëhet i ngopur (gjendja 4). Me ftohje të mëtuftjeshme avulli i ujit kondensohet dhe si i tillë mund të veçohet si kondensat i ujit. Temperatura e ngopjes për presion të pjesshëm përkatës të avullit të ujit jepet si temperaturë e vesës,  $t_v=f(p_w)$ .

Në këto kushte paraqitet lagështia në muret e ndërtesave, lagështia në sipërfaqet nëpër të cilat qarkullon ajri dhe madje mund të paraqitet edhe akulli.

### 3.7.2. Përmbajtja e lagështisë

Sasia e lagështisë në ajër në formë të avullit të ujit, në formë të lëngut ose të akullit, emërtohet si lagështi e ajrit.

Te proceset me ajër të lagësht, sasia e ajrit të thatë mbetet e pandryshuar, ndërsa sasia e lagështisë mund të ndryshohet. Në këtë mënyrë përmbajtja e ajrit të lagësht mund të jepet me shprehjen:

$$x = \frac{m_w}{m_L} \quad (3.13)$$

$m_w$  – sasia e lagështisë në ajër në,  $kg W$ ;

$m_L$  – sasia e ajrit të thatë në,  $kg L$ ;

$x$  – përmbajtja e lagështisë që jepet si parametër i gjendjes

Nga barazimet (3.10) dhe (3.11) del:

$$m_w = \frac{p_w}{R_w} \cdot \frac{V}{T} \quad (3.14)$$

$$m_L = \frac{p_L}{R_L} \cdot \frac{V}{T} \quad (3.15)$$

Sipas barazimeve (3.13), (3.14) dhe (3.15) del:

$$x = \frac{R_L}{R_w} \cdot \frac{p_w}{p_L} = 0.622 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (3.16)$$

Sipas barazimit (3.16) mund të përcaktohen kufijtë e përmbajtjes së lagështisë  $x$ . Për  $p_w=0$  (fjala është për ajrin e thatë) është  $x=0$ , ndërsa për  $p=p_w$  (pa ajër të thatë)  $x=\infty$ .

Përmbajtja maksimale e lagështisë në ajër në gjendje të gaztë përcaktohet sipas barazimit:

$$x_s = 0.622 \frac{p_w \cdot s}{p - p_w \cdot s} \quad (3.17)$$

që varet nga shtypja e përzierjes dhe nga temperatura e ngopjes.

### 3.7.3. Lagështia absolute

Sasia e avullit të ujit në ajrin e lagësht mund të karakterizohet me anë të lagështisë absolute. Ajo e tregon sasinë e avullit të ujit që përmbahet në njësi vëllimore të ajrit të lagësht. Lagështia absolute shënohet me  $\psi$  dhe përcaktohet sipas barazimit të gjendjes për lagështinë (gaz ideal) në formën:

$$p_w \cdot 10^5 = m_w \cdot R_w \cdot T \quad (3.18)$$

për  $V=1m^3$ , del:

$$m_w = \psi = \frac{p_w \cdot 10^5}{R_w \cdot T} = \frac{p_w \cdot 10^5}{461.5 \cdot T} = 217 \frac{p_w}{T}, \text{kgW} / \text{m}^3 \quad (3.19)$$

ku:  $p_w$  – shtypja e lagështisë në ajrin e lagësht në barë.

Nga barazimet (3.19) del se me rritjen e shtypjes së pjeshme të avullit të ujit për temperaturën e dhënë, rritet lagështia absolute, ashtuqë për  $p_w=p_{w,s}$ , lagështia absolute arrin vlerë maksimale:

$$\psi_{\max} = 217 \frac{P_{w,s}}{T}, \text{kgW/m}^3 \quad (3.20)$$

### 3.7.4. Lagështia relative

Nga barazimet (3.19) dhe (3.20) del:

$$\varphi = \frac{\psi_w}{\psi_{\max}} = \frac{p_w}{p_{w,s}} = \frac{\rho_w}{\rho_{\max}} = \frac{\rho_w}{\rho_{at}} \quad (3.21)$$

që quhet lagështi relative. Lagështia relative  $\varphi$  për ajrin e lagësht jo të ngopur është  $\varphi < 1$ , për ajrin e ngopur  $\varphi = 1$ , ndërsa për ajrin e thatë  $\varphi = 0$ .

Sipas barazimeve (3.16) dhe (2.21) del:

$$x = 0.622 \frac{\varphi \cdot p_{w,s}}{p - \varphi \cdot p_{w,s}} \quad (3.22)$$

Ose

$$\varphi = \frac{x}{0.622 + x} \cdot \frac{p}{p_{w,s}} \quad (3.23)$$



## 4. SIMULIMI I BILANCEVE HIGRO – TERMIKE TË HAPËSIRËS TERMIKE

### 4.1. Modeli i temperaturës së dhomës

Temperatura e dhomës llogaritet nëpërmjet bilancit të energjisë:

$$m_a c_{pa} \frac{dT_{dh}}{dt} = Q_v + Q_f + Q_n + Q_{int} + \sum_j Q_{mj} + \sum_j Q_b \quad (4.1)$$

Termi i majte përfaqëson sasinë e nxehtësisë së ajrit brenda dhomës,  $Q_v$  sasia e nxehtësisë së ventilimit,  $Q_f$  sasia e nxehtësisë së ftohjes,  $Q_n$  sasia e nxehtësisë së ngrohjes. Këto janë sasi të nevojshme të nxehtësisë për të mbajtur mjedisin e dhomës në kushte të rehatshme. Sasia  $Q_{int}$  përfshin fitimet e brendshme të nxehtësisë në të cilat përfshihen ndriçimi i dhomës, ndërsa sasia  $Q_{mj}$  dhe  $Q_b$  përfshijnë sasinë e nxehtësisë brenda dhe jashtë mureve të shtëpisë.

$$\begin{aligned} Q_v &= \dot{m}_v c_{pa} \Delta T_v = \dot{m}_v c_{pa} (T_{aj} - T_{dh}) \\ Q_f &= \dot{m}_f c_{pa} \Delta T_f = \dot{m}_f c_{pa} (T_{aj} - T_{dh}) \\ Q_n &= \dot{m}_n c_{pa} \Delta T_n = \dot{m}_n c_{pa} (T_{aj} - T_{dh}) \\ Q_{brend.} &= N_{njerzve} \\ Q_{mj} &= h_i A_{mj} (T_{mj} - T_{dh}) \\ Q_{winj} &= \frac{(T_{amb} - T_{dh})}{R_{win}^j} + G^j A_{win}^j I^j \end{aligned} \quad (4.2)$$

Prej ekuacionit (4.1) dhe (4.2) marrim ekuacionin diferencial:

$$\frac{dT_{dh}}{dt} = \frac{\dot{m}_v (T_{ai} - T_{dh})}{m_{aj}} + \frac{\dot{m}_f (T_{sa} - T_{dh})}{m_{aj}} + \frac{A_{rad} h_{rad} (T_{mr} - T_{dh})}{m_{aj} c_{pa}} + \frac{N_{njerz}}{m_{aj} c_{pa}} + \sum_j \frac{h_i A_{mj} (T_{mj} - T_{dh})}{m_{aj} c_{pa}} \quad (4.3)$$

Për të pasur të gjithë përshkrimin e dinamikës së temperaturës, në gjithashtu duhet të modelojë sjelljen e temperaturës së mureve të brendshme në çdo sipërfaqe. Këto sinjale të temperaturës llogariten me anë të një ekuilibri të energjisë midis sipërfaqeve të jashtme dhe të brendshme. Të gjitha muret janë modeluar si dy kapacitete dhe dy sisteme rezistence (2C3R), ku kapaciteti termik, i shënuar me  $C_j$ , përcaktohet duke përdorur modelin e Kapacitetit Aktual të Ngrohjes.

$$\frac{dT_{mj}}{dt} = \frac{\left[ h_o A_{mj} (T_{ej} - T_{mj}) + \frac{(T_{mj} - T_{mj})}{R_{mj}} \right]}{C_j / 2} \quad (4.4)$$

Temperatura e jashtme e barasvlershme  $T_{jb}$  llogaritet për rrezatimin e ndryshëm të shkëmbimit të nxehtësisë për shkak të orientimit të mureve të jashtme. Temperatura e jashtme modifikohet nga efektet e rrezatimit në muret e jashtme.

$$T_{eej} = T_{amb} + \frac{aI_j}{\alpha_e} \quad (4.5)$$

Të gjitha vlerat e parametrave janë përcaktuar me anë të vlerësimeve të bazuara mbi gjeometrinë e ndërtesës, materialet prodhuese dhe njohuritë.

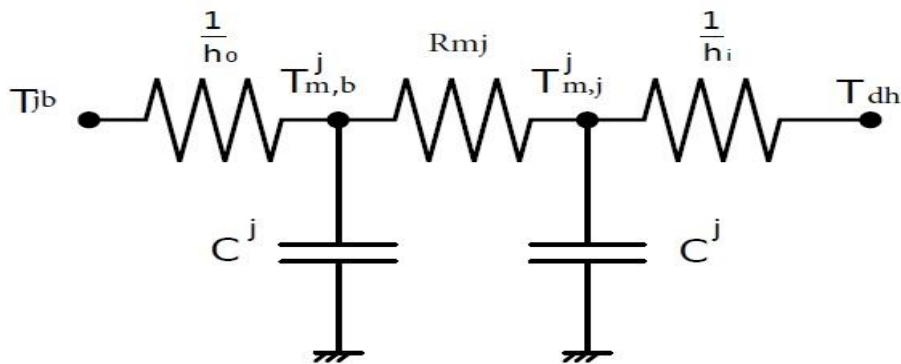


Fig. 4.1 Skema elektrike e modelit të mureve. Tre rezistencat  $1/h_o$ ,  $R_{mj}$  dhe  $1/h_i$  vendosen në temperaturën e jashtme të barasvlefishme  $T_{jb}$ , dhe të temperaturave  $T_{m,b}$ ,  $T_{m,j}$ ,  $T_{dh}$  dhe  $R_{mj}$  janë rezistencat termike të mureve.

## 4.2. Pajisjet që duhet të identifkohen

Siç është treguar në seksionin e më hershëm, për të kontrolluar rezultatet tona ne kemi nevojë për një përshkrim të disa tipare fizike dhe lidhjet e tyre me sinjalet tona të funksionimit. Funksionimi në flegat për ftohje, ventilim dhe ngrohje duhet të jipet në termin e përqindjes. Megjithatë, ne nuk jemi të vetëdijshëm për sjelljen apo reagimin fizik të sistemit. Për këtë arsye na nevojitet për të testuar një reagim të tillë.

Më saktësisht, ne synojmë të japim karakteristikat e mëposhtme.

- Ngrohja: (lidhet)  $T_{mr}$  në përqindjen e hapjes së valvulave të radiatorit.
- Ventilimi: (lidhet)  $m_{air}$ ,  $m_{vent}$  dhe  $m_{ftohje}$  në përqindjen e hapjes së flegërës për ventilim (hyrja dhe dalja).
- Ftohja: (gjetet) një marrëdhënie midis  $T_{sa}$  dhe hapjes në përqindje të valvulës për ftohje.

Në nënseksionin e ardhshëm do të paraqesim të gjitha testet e kryera në dhomën e testit.

#### 4.2.1. Testi në temperaturën mesatare të rrezatimit

Testi i parë është bërë në mënyrë që të lidhet temperatura mesatare rrezatuese e radiatorit,  $T_{mr}$ , dhe përqindja e hapjes së valvulës së radiatorit. Për fat të keq, ne mund të bëjmë vetëm një test. Kjo për shkak të një problemi me ndryshimin e kushtet atmosferike në natyrë, që bëri që sistemi kryesor të detekton një ndryshim nga “dimri” në “verë”. Kjo ndërpreu rrjedhjen e ujit në radiator (mbyllja e valvulës kryesore) dhe, siç tregohet në Figurën 4.3, uji që kalon përmes tyre nuk ka pas efekt në ngrohjen e dhomës. Falë Akademisë Hus, ne mundemi të bëjmë një test duke përdorur ujin në temperaturë 46 °C.

Ne kemi dizajnuar një test bazuar në inputet (të hyrat) e formuar si shkallët me hapa të madhësisë së 20 %, secila në 10 °C, nga 0 % në 100 % dhe pastaj prapa në 0 %. Për të vlerësuar temperaturën  $T_{mr}$ , ata vendosim disa sensorë në radiatorë, saktësisht në të parën dhe në të fundit e kaskadës.

Ata morëm temperaturën mesatare rrezatuese si mesatare e temperaturës së këtyre sensorëve. Ne gjithashtu vlerësuam nëse një shenjë e vendosur në mes radiatorit mund të japë të njëjtin përshkrim me përafrim më të mirë. Një shembull i vendosjes së sensorëve është paraqitur në figurën 4.2.



*Figura 4.2: Foto e shenjës së bashkangjitur në radiator për të bërë testin për të regjistruar temperaturën mesatare të rrezatimit*

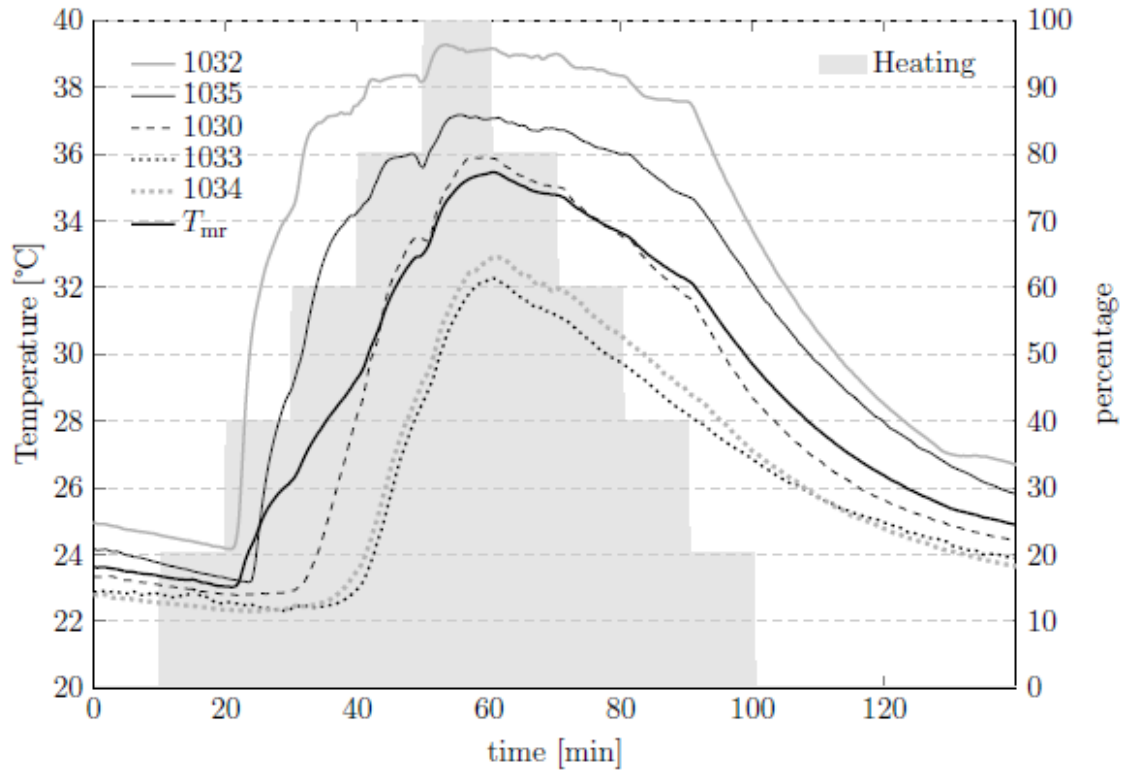
Për fat të keq, rezultatet që morëm nuk ishin siç pritej. Një arsye e mundshme është dhënë nga dinamika e sistemit, e cila mund të jetë më e ngadaltë se ajo një pritjet. Për më tepër, gjetëm

vonesa të cilat duhen hetuar me saktësi. Veçanërisht, ne i referohemi vonesës në mes të aktivizimit dhe rritjes së temperaturës së radiatorëve, si dhe vonesat midis aktivizimi të radiatorit të parë dhe të fundit.

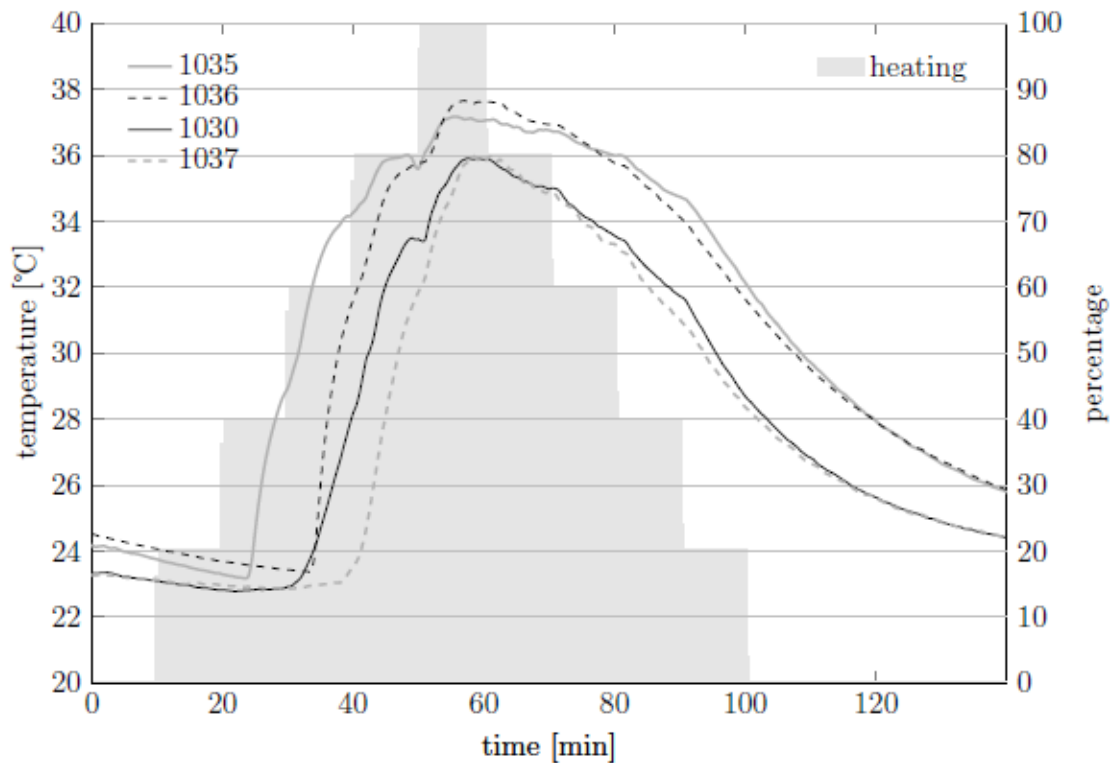
Siç tregohet në figurën 4.3 temperatura  $T_{mr}$  fillon të rritet vetëm rreth  $10^\circ$  pas dhënies së komandës së parë të aktivizimit. Për më tepër, mund të vëmë re një vonesë në temperaturën në rritje në çdo radiator, sipas pozicionit të sensorit: sa më larg nga hyrja e ujit të nxehtë që është sensor, aq më e lartë është vonesa. Veçanërisht, pjesa më e largët fillon të rritet pas rreth  $25'$ .

Siç e thamë më parë, ne kemi gjetur gjithashtu një vonesë në kohën e mbërritjes së ujit të ngrohtë ndërmjet radiatorit të parë dhe të fundit. Në figurën 4.4 mund të shohim se sensorët të vendosur në të njëjtin vend në radiatorë, si sensor 1035 dhe sensor 10363, ka një vonesë prej rreth  $10'$  (minuta). Sidoqoftë, vërejtëm, që kur është arritur gjendja e qëndrueshme stabile, ekziston një lloj rënie eksponenciale e ngjashme në të dyja rastet.

Ne nuk patëm nevojë të përdorim ndonjë aktuatim (veprim) në radiator, së pari për shkak të pamundësisë së marrjes së ujit të nxehtë gjatë testimeve, së dyti sepse ne po i bënim testet tona gjatë kohës së verës. Ajo që ne u dasht të bënim ishte një karakterizim empirik i komandës së aktuimit, duke marrë parasysh temperatura e ujit të ngrohtë. Megjithatë, për qëllimin tonë final ky ishte i pamjaftueshëm, kështu që hapi i parë duhet të përsëritet për të marrë një përmirësim.



**Figura 4.3:** Testimi i radiatorëve: përgjigja e parë e temperaturës së radiatorit. Matësit janë vendoset në radiator në këtë renditje: 1032 në krye të djathtë, ku ka ujë të nxehtë hyrje, 1035 në pjesën e sipërme të majtë, 1030 në qendër, 1034 në pjesën e poshtme të majtë dhe 1033 në pjesën e poshtme drejtë, ku ka dalje të nxehtë të ujit.



**Figura 4.4:** Testimi i radiatorëve: Krahasimi midis matësve në radiatorin e parë (1035, 1030) dhe

në të fundit (1036, 1037), të vendosura në të njëjtin pozicion në radiator. Matësit 1035 dhe 1036 janë vendosur në këndin e sipërm të majtë të radiatorit të parë dhe të fundit respektivisht, ndërsa sensori 1030 dhe sensori 1037 janë vendosur në qendër.

#### 4.2.2. Testi në masën rrjedhëse të ajrit në thithje

Në këtë nënseksion ne kërkojmë një lidhje mes përqindjes së hapjes së flegrës së sistemit të ventilimit ( $A_v(t)$ ) dhe masës së rrjedhjes së ajrit aktualisht të realizuar brenda në dhomë ( $\dot{m}_{aj}(t)$ ).

Të kuptuarit tonë për dizajnin e kontrollit të sistemit të ventilimit na çon në nxjerrjen e një përfundimin se kjo lidhje duhet të jetë përafërsisht lineare. Një lidhje lineare-kuadratik me një koeficient të vogël në termin kuadratik gjithashtu është marrë në konsideratë. Siç shpjegohet në seksionin 2.2 kanali i ventilimit që vjen në dhomën testuese ndahet në dy degë të barabarta me të njëjtat karakteristika dhe në përputhje me të njëjtën masë të rrjedhjes së ajrit. Të dyja degët ndahen në dy pjesë: një pjesë për sistemin e ftohjes dhe një për ventilimin. Kështu, ne mund të shkruajmë:

$$\dot{m}_{aj}(t) = \dot{m}_{vent}(t) + \dot{m}_f(t) \quad (4.16)$$

ku ( $\dot{m}_{ventil}(t)$ ) është pjesa e masës së rrjedhjes së ajrit për sistemin e ventilimit dhe ( $\dot{m}_{cool}(t)$ ) është ai për sistemin e ftohjes.

Ata ken vendosur të masim masën e rrjedhjes së ajrit (në të dyja në kanalën e ftohjes dhe në kanalën e ventilimit) në katër përqindje të ndryshme të hapjes së valvulave (30%, 50%, 70% dhe 100%). Ata u përpoqën të ndërtonim një hartë duke supozuar se nuk ka karakteristika dinamike prapa, pra hapja e valvulës (flegres) korrespondon menjëherë me masën e rrjedhjes së ajrit.

Këto matje janë bërë, falë mbështetjes së një tekniku, duke përdorur një anemometer. Ata matën shpejtësinë mesatare të ajrit ( $v_{air}[\frac{m}{s}]$ ), me të cilën ne llogaritëm rrjedhjen volumetrike të ajrit ( $Q_{air}[\frac{l}{s}]$ )

$$Q_{aj} = v_{aj} \cdot A_{tub} \quad (4.17)$$

Në formulën e mësipërme,  $A_{tub}$  paraqet zonën e seksionit të tubit. Diametri e tubit të ftohjes dhe të tubit të ventilimit janë 0: 16m dhe 0: 20m respektivisht. Masa ajrore e rrjedhjes është dhënë atëherë nga formula kemi:

$$\dot{m} = 2 \cdot Q_{aj} \cdot \rho, \left[ \frac{kg}{s} \right] \quad (4.18)$$

Ku  $\rho=1, 225 \text{ (kg/m}^3 \text{)}$  është dendësia e ajrit, dhe numri 2 është për shkak të faktit se ne kemi dy degë të barabarta. Rezultatet e gjetura janë përmbledhur në tabelën (3.2)

**Table 4.2:** Matjet për shpejtësinë e ajrit dhe rrjedhjen e ajrit volumetrik korrespondues si dhe rrjedhja në masë e degëve, ku  $Av$  është përqindja e hapjes së valvulës së ventilimit.

| Valvula     |               | Ftohja        |                     | Ventilimi   |            | Totali            |                |
|-------------|---------------|---------------|---------------------|-------------|------------|-------------------|----------------|
| $A_v$       | $v_{ftohjes}$ | $Q_{ftohjes}$ | $\dot{m}_{ftohjes}$ | $v_{vent.}$ | $Q_{vent}$ | $\dot{m}_{vent.}$ | $\dot{m}_{aj}$ |
| <b>0%</b>   | 0             | 0             | 0                   | 0           | 0          | 0                 | 0              |
| <b>30%</b>  | 1.25          | 0.0251        | 0.0605              | 1.75        | 0.0550     | 0.1324            | 0.1929         |
| <b>50%</b>  | 1.65          | 0.0332        | 0.0799              | 2.46        | 0.0773     | 0.1861            | 0.2660         |
| <b>70%</b>  | 1.99          | 0.0400        | 0.0963              | 2.76        | 0.0867     | 0.2088            | 0.3051         |
| <b>100%</b> | 2.39          | 0.0481        | 0.1157              | 3.63        | 0.1140     | 0.2746            | 0.3903         |
|             | (m/s)         | (l/s)         | (kg/s)              | (m/s)       | (l/s)      | (kg/s)            | (kg/s)         |

Me të dhënat në dispozicion, dhe me dijeninë që fabrika është ndërtuar për të dhënë një përgjigje lineare të mundshme, ne vendosëm që të përshtatim këtë vlerë duke përdorur një linjë lineare. Sidoqoftë, kjo zgjidhje nuk ishte me të vërtetë e saktë dhe dha një gabim të madhe. Për këtë arsye vendosëm të përdorim një funksion kuadratik për të interpoluar matjet tona. Për të përshtatur të dhënat ne përdorëm veglën Matlab cftool. Rezultati i fituar është treguar në Figurën

(3.10); funksionet parabolike që janë gjetur janë të formës:

$$\dot{m}_{f,v,aj} = a_{c,v,aj} \cdot A_v^2 + b_{c,v,aj} \cdot A_v + c_{c,v,aj} \quad (4.19)$$

Ku,

$$\begin{aligned} a_c &= -9.789 \cdot 10^{-06} & b_c &= 0.002118 & c_c &= 0 \\ a_v &= -1.885 \cdot 10^{-05} & b_v &= 0.004564 & c_v &= 0 \\ a_{air} &= -2.8639 \cdot 10^{-05} & b_{air} &= 0.006682 & c_{air} &= 0 \end{aligned}$$

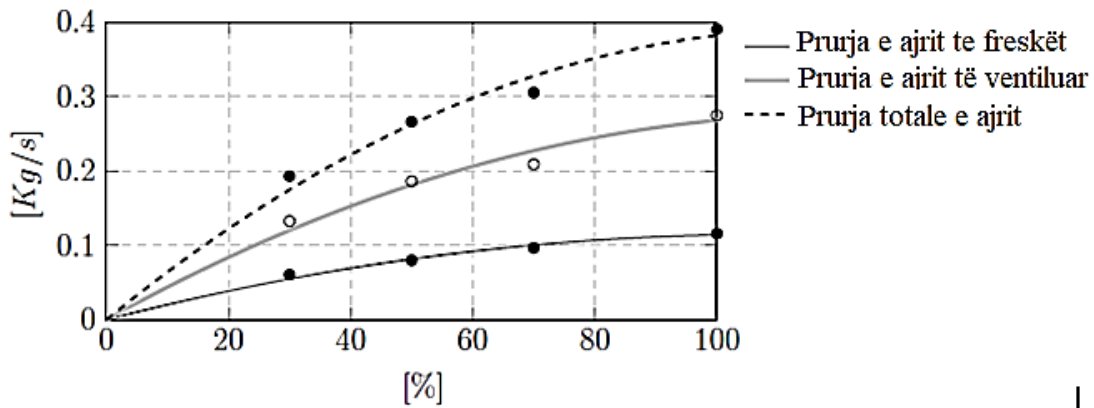


Figura 4.5: Relacioni ndërmjet masës rrjedhëse dhe përqindje së hapjes së valvës

Është e qartë, që për të caktuar përqindjen e hapjes është nevojitur që të kemi masën e sasisë së rrjedhjes, ne thjesht mund të përdorim formulën e kundërta, duke caktuar

$$A_v = -\frac{b - \sqrt{b_{c,v,aj}^2 - 4 \cdot a_{c,v,aj} \cdot c_{c,v,aj} + 4 \cdot a_{c,v,aj} \cdot \dot{m}_{f,v,aj}}}{2 \cdot a_{c,v,aj}} \quad (4.21)$$

### 4.3. Temperatura e ajrit që del nga AC



Siç është shpjeguar ajri i siguruar nga sistemi i ventilimit, në një temperaturë që është e pakontrollueshme dhe ajri brenda dhomës, mbahet nga mocionet konvektive, janë të ftohur nga një spirale e chillerit i vendosur pak para daljes AC.

Ne vlerësuam se temperatura e ajrit të kondicionuar ( $T_{sa}(t)$ ) mund të modelohen duke përdorur një regres linear që mund të përfshijë një pjesë të vlerës së tij në të kaluar dhe variabla të tjerë të sistemit që mund të ndikojnë në sjelljen e saj, dmth. përqindja e hapjes së valvës së uji të ftohur ( $A_c(t)$ ), përqindja e hapjes së valvulës së hyrjes së ajrit ( $A_v(t)$ ) dhe temperatura e ajrit që kanali i ventilimit e jap te sistemi i ftohjes ( $T_{ai}(t)$ ). Më saktësisht, duke pasur parasysh modelin jolinear.

$$T_{sa}(t+1) = \alpha T_{sa}(t) + \beta T_{sa}(t-1) + \gamma A_c(t) + \delta A_c(t) A_v(t) + T_{ai}(t) \quad (4.22)$$

Identifikimi i problemit mund të zgjidhet duke zgjedhur problemin e optimalizimit

$$\min_{\alpha, \beta, \gamma, \delta} \|Ax - b\|_2 \quad (4.23)$$

Ku matrica që jep një hap parashikues është:

$$Ax = \begin{bmatrix} T_{sa}(1) & T_{sa}(0) & A_c(1) & A_c(1)A_v(1) & T_{ai}(1) \\ T_{sa}(2) & T_{sa}(1) & A_c(2) & A_c(2)A_v(2) & T_{ai}(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ T_{sa}(k) & T_{sa}(k-1) & A_c(k) & A_c(k)A_v(k) & T_{ai}(k) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \\ \delta \\ \epsilon \end{bmatrix},$$

Ku matrica e matjeve është:

$$b = \begin{bmatrix} T_{sa}(2) \\ T_{sa}(3) \\ \vdots \\ T_{sa}(k+1) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

dhe  $\| \cdot \|_2$  është 2-normë.

Të dhënat e përdorura për identifikimin janë nga ora 15:00 e majit, 8 deri në ora 12:00 e majit, 10. Koha e marrjes së vlerave të mostrave është 60 sekonda; në mënyrë që të sigurohuni që mostrat janë të sinkronizuara, një rimostrim është bërë. Komanda që ipet për aktuatorët janë ato

standarde, të vendosura sipas parazgjedhjes kontrollues (shih 2.2). Grupi i të dhënave ishte ndarë në dy pjesë; i pari ishte përdor

si të dhëna trajnimi për të identifikuar modelin, ndërsa i dyti ishte përdorur si provë testi, për të vërtetuar modelin e gjetur më parë. Vlefshmëria është bërë duke vendosur gjendjen fillestare të atyre të dhënave reale dhe duke vlerësuar reagimin e sistemit, duke përdorur sinjalet e vërteta të hyrjes, në termin e gjetjes së përgjigjes reale.

Rezultati i është llogaritur me anë të shprehjes së mëposhtme

$$Fit = \left( 1 - \frac{\|T_{sa} - \hat{T}_{sa}\|_2}{\|T_{sa}\|_2} \right) \times 100 \quad (4.26)$$

Për më tepër, për të marrë rezultate më të sakta ne gjithashtu vlerësua indeksin

$$Fit_m = \left( 1 - \frac{\|(T_{sa} - \hat{T}_{sa}) - (T_{sa} - \hat{T}_{sa})\|_2}{\|T_{sa} - \hat{T}_{sa}\|_2} \right) \times 100 \quad (4.27)$$

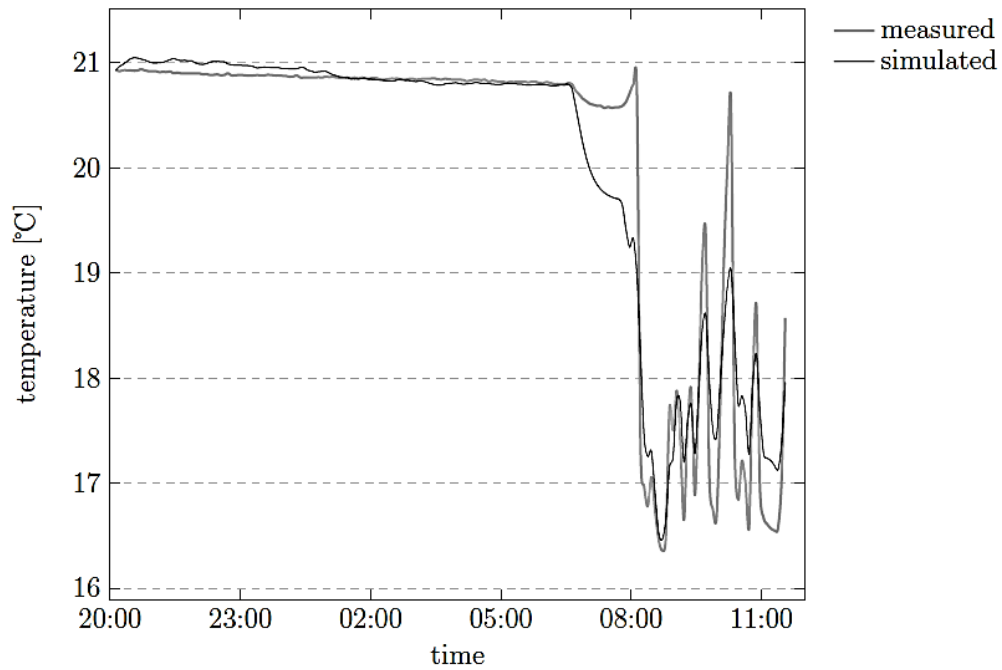
Ku  $T_{sa}$  është vektor me reagim real të sistemit, mesatarja e të cilit është  $\hat{T}_{sa}$ , dhe  $\hat{T}_{sa}$  është vektor me reagimin e sistemit të idetifikuar, mesatarja e të cilit është  $\bar{\hat{T}}_{sa}$ .

Parametrat që u gjetën janë

$$\alpha = 1.4250 \quad \beta = -0.4564 \quad \gamma = -1.5590 \cdot 10^{-3} \quad \delta = 8.8073 \cdot 10^{-6} \quad \epsilon = 0.0303 \quad (3.28)$$

Me këto parametra rezultati i provës ishte:

$$\left. \begin{array}{l} Fit = 98\% \\ Fit_m = 73\% \end{array} \right\} \quad (4.29)$$



**Figura 4.6:** Prova ndërmjet temperaturës së ajrit real të furnizimit të ajrit të jashtëm të kondicionuar të ajrit dhe të simuluar.

Është e arsyeshme të konsiderohet ky model si një përafrim i mirë i sjelljes reale të temperaturës së ajrit që vjen nga sistemi i kondicionimit të ajrit, dhe ta përdorin atë në sistemin tonë të kontrollit.

## **5. ANALIZA DHE PROJEKTIMI I SISTEMIT TË NGROHJES DHE TË FTOHJES SË NJË OBJEKTI**

Kërkohe të bëhet projekti kryesor i instalimeve të ngrohjes / ftohjes qendrore për një Objekt në Prishtinë.

Projekti duhet të punohet në bazë të të dhënave nga projekti kryesor i arkitekturës, në bazë të kushteve klimatike për rajonin e Prishtinës dhe në bazë të normave teknike për projektim të instalimeve të ngrohjes qendrore për objekte të ngjashme.

Gjatë projektimit të përvetësohet sistemi dygypor me riqarkullim të detyruar të ujit (sistemi me pompë).

Për trupa ngrohës të zgjidhen radiatorët e çelikut, prodhim vendor – Prishtinë. Objekti do të ngrohet me ujë të ngrohët 70/55°C, nga nënstatcioni i organizuar në bodrum të objektit.

Të përfillen të gjitha normat teknike në fuqi për këtë lloj instalimi.

Në tërësi objekti ka: Bodrumin-1, Përdhesën dhe Katin 1,2 dhe 3.

### **Trupat ngrohës**

Radiatorët janë përvetësuar duke pasur parasysh llogaritë për sasinë e nevojshme të nxehtësisë për hapësirë përkatëse dhe duke patur parasysh parapetin. Radiatorët janë përvetësuar tip 22/600, 33/300. Ngrohja e nyjeve sanitare është e organizuar me radiator të tipit 22/600 të dimensionuar sipas nevojave për ngrohje dhe hapësirës për montim. Radiatorët janë të vendosur nën dritare dhe në muret e brendshme të anëve të jashtme apo afër dritareve në rast se parapet i dritareve është zero. Montohen pran mureve në mbajtësa konzoll në distance 40 mm të larguara nga muri dhe me vlerë minimale 100 mm mbi dysheme. Radiatorët janë të lidhur me valvola të sistemit njëgypor me termokokë dhe me tubacionin Al-PVC për ngrohje qendrore sipas DIN EN ISO 15875. Me të gjitha elementet e nevojshme percjllëse për lidhjen e tyre. Trupat ngrohës janë të kalkuluar për punë me temperaturë 70/55°C duke u mbështetur në normativat e fundit EU. Radiatorët porositen të ngjyrosur ashtu që ngjyrosja shtesë nuk është e nevojshme..

### **Rrjeti gypor**

Rrjeti gypor horizontal shtrihet në pllafonin Bodrumit-1, prej nga bëhet degëzimi në vertikaleve. Rrjeta shtrihet me rënje 0.3 % kah nënstatcioni. Rrjeti horizontal dhe vertikal i cili kalon në plafonin e Bodrumit izolohet me lesh mineral dhe mbështillen me llamarinë të Aluminit Al-0.5 mm me dimensione të ndryshme dhe do të sipas trashësive si në vijim:

b = 30 mm - për gypat gjer në DN – 40

b = 50 mm – për gypat mbi DN – 40

Tubat vertikale gjegjësisht vertikale qendrore kalon nëpër hapësirat e destinuar për instalime në koridorin e përbashkët ku nga kjo vertikale lidhen kolektorë ku bëjnë shpërndarjen për çdo banesë. Gypat nga vertikala qendrore gjer te banesat janë Al-PVC - Ø26.0x3.0mm, gjithënjë në harmoni me standardin DIN EN ISO 15875 dhe izolohen me Armafleks 6 mm ku shtrihen nën shtresën rrafshuese të dyshemesë. Largimi i ajrit nga tubacioni do të bëhet përmes valvolave për ajrosje automatike të vendosura në tubacion (në vertikale), në kolektorët e shpërndarjes dhe përmblidhjes valvolat për ajrosje të vendosur në radiator. Në kolektorët e shpërndarjes së energjisë për çdo banesë përveç valvolave mbyllëse duhet doemos të montohen edhe valvolat ballancuese me qëllim të bazhdarimit të sistemit që si pasojë e mos montimit të tyre dhe bazhdarimit atëherë nuk kemi shpërndarje të njëtrajtshme për të gjithë konsumatorët sipas ngarkesës termike! Gjatë kalimit të tubave horizontal nëpër vendet me diletim ndërtimor duhet të njejtë të vazhdohen me tuba kompensues. Tubat vazhdohen në gjatësitë e nevojshme dhe lidhja e tyre bëhet me saldim.

### **Nënstacioni**

Sistemi i furnizimit me ngrohje është nga Nënstacioni me këmbës pllakor me kapacitet  $Q = 600 \text{ kW}$

Ena ekspanduese e sistemit të mbyllur që montohet në nënstation me membranë  $V=700\text{L}$ , 4bar, Kyqja DN 40 për sistemin e ngrohjes qendrore. Në nënstation janë të montuara pompat riqarkulluese të tipit , Wilo - TOP-S 65/7 3~ PN 6/10- DN 65, TOP-S 40/7 3~ PN 6/10- DN 50, TOP-S 40/7 1~ PN 6/10- DN40 të kalkuluara nga rezistencat në rrjet dhe nga prurja vëllimore.

### **Ventilimi i garazhave**

$P=11$  vendparkingje

$S=12 \text{ m}^2$  – Siperfaqja e nje vendparkingu

$N=12 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$  – Sasia e ajrit per ventilim te garazhave

$V=P*S*N=11*12*12= 1584 \text{ m}^3/\text{h}$  – Sasia e ajrit per ventilim te garazhave

Ne baze te kesaje jane vendosur kater ventilator aksial per prurje dhe nxjerrje te ajrit me  $V1=2000 \text{ m}^3/\text{h}$ , te cilet ne raste zjarri realizojne dyfishin e kesaj sasje te ajrit  $V2=4000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### **KUSHTET TEKNIKE**

Instalimet duhet të montohen sipas dokumentacionit të projektit detal të punuar, kurse materiali i nevojshëm duhet të jetë i klasit të parë dhe duhet t'i përgjigjet destinimit si dhe rregullave të pranuar mbi kualitetin e materialit. Çdo largim nga projekti lejohet vetëm pas dakordimit të mëparshëm të projektuesit, kurse të gjitha ndërrimet duhet të shënohen në librin ndërtimorë.

### **5.1. Trupat ngrohës**

Vendosen në mbajtës në varësi nga tipi i trupave. Numri i mbajtësve caktohet sipas gjatësisë së trupave. Mbajtësit duhet patjetër të muratohen duke përdorur llaçin e cementos, përdorimi i gipsit është i ndaluar. Me përfundimin e punimeve dhe verifikimit të suksesshëm të tërë instalimit të ngrohjes me ujë të ngrohët, të gjitha konzolat dhe mbajtësit duhet patjetër të jenë të pastruara nga korozioni dhe llaçi, ngjyrosja bëhet me ngjyrë bazike dhe atë të yndyrshme dhe të qëndrueshme në temperaturë deri në 120°C.

### **5.2. Tubacioni**

Tubacioni do të realizohet në atë mënyrë siq është dhënë në përshkrimin teknik dhe në dokumentacionin grafik.

Për punimin e tubacionit përdoren gypat e zi, vazhdimet e gypave duhet të realizohen me saldim. Vendet e salduara duhet të jenë të punuara mirë me trashësi të mjaftueshme të shtresës së saldimit kështu që diametri i gypit të mos ndërrojë.

Vazhdimi i gypave nuk guxonë të kalojnë në mure ose, në konstruksionet e meskateve, por në vendet ku intervenohet lehtë.

Kalimi i gypave nëpër mure duhet të kryhet ashtu që gjatë diletimit termik të mos dëmtoj llaçin ose vetë murin. Për çdo rast në këto vende duhet të vendosen unaza cilindrike. Pjesët e tubacionit në vendet ku kalojnë nëpër mur duhet të jetë dy herë të ngjyrosur me ngjyrë bazike.

Tubacioni horizontal duhet vendosur me rënije prej 0,3%, kah nënstatcioni.

Të gjitha konzollat, varëset dhe mbajtësit e tjerë duhet të jenë të vendosura në muret ku përdoret llaçi i çimentos. Përdorimi i gipsit është i ndaluar.

Shpimin e shtyllave nga betoni i armuar dhe shpimet eventuale të të gjithë elementet konstruktive të ndërtesës mundë të kryhen vetëm me lejen dhe udhëzimet e organit përgjegjës për punët ndërtimore.

Të gjitha pozicionet e dukshme të tubacioneve, konzolave dhe mbajtësve duhet të jenë të pastruar nga korozioni dhe llaçi, të ngjyrosur me ngjyrë të vajit të qëndrueshëm në temperaturë 120°C për ngrohjen me ujë të ngruhët.

Izolimi i gypave bëhet me lesh mineral të mbështjellur nga llamarina e zinguar dhe atë

- për diametrin e gypave gjerë  $\varnothing 40$  mm, trashësia e izol.  $b=30$  mm

- për diametrin e gypave gjerë Ø60 mm, trashësia e izol. b=40 mm

### **5.3. Nënstacioni**

Instalimi i pajisjeve në nënstacion duhet të bëhet kryesisht sipas projektit të dhënë dhe skemave, përshkrimit teknik dhe kushteve teknike për nënstacion dhe enëve nën presion.

Ndryshimet nga projekti kryesor janë të lejuara vetëm me pëlqimin e projektuesit.

Tubacioni duhet të realizohet me rënie në drejtim të rrymimit të fluidit.

Të gjitha pikat kritike duhet të realizohen në atë mënyrë që të qëndrojnë sforcimeve, mbërthyeset e gypave duhet të mundësojnë zgjatje normal të gypave.

Vazhdimet e tubacionit bëhet me saldim.

Para izolimit të tubacionit duhet të kryhet shqyrtimi i instalimit me ujë të ftohtë nën presion. Presioni provues për pjesën primare të nënstacionit – rrjeti gypor dhe këmbyesi i nxehtësisë bartë  $p=18$  bar kurse presioni matet me manometrin përkatës kontrollues i cili duhet të mbajë në kohëzgjatje gjer

5 min. pas së cilës i njëjti bie gjer në presionin punues të rrjetit termik (12 bar) dhe ai mbahet për gjithëkohën e shqyrtimit. Shqyrtim është i suksesshëm nëse nuk ka rrjedhje dhe lagështi dhe nëse nuk lajmërohen ndërrime të dukshme të formës dhe presionit.

Pas shqyrtimit të suksesshëm bëhet protokoli nga organi përgjegjës kurse pas kësaj lejohet ngjyrosja respektivisht izolimi.

### **5.4. Shqyrtimi dhe rregullimi**

Pas përfundimit të tubacionit për ngrohje dhe trupave ngrohës, të njëjtat do të shqyrtohet me ujë të ftohtë me presion deri në 6 bar në prezencën e organit përgjegjës. Pas përfundimit të montimit trupat ngrohës shqyrtohen me ujë të ftohtë nën presion 6 bar, kurse kaloriferët dhe ngrohëtit e tjerë në

10 bar. gjithashtu në prezencë të organit përgjegjës. Protokolet e provave duhet të shënohen në librin ndërtimorë.

### **5.5. Punët ndërtimore**

Nëse shqyrtimet janë kryer me sukses atëherë mund të vazhdojnë pastrimi i gypave, minimizimi, izolimi, ngjyrosja dhe mbyllja e kanaleve dhe punët tjera përfundimtare.

### **5.6. Pranim dorzimi i punëve të kryera**

Sipas procedurës përfundimtare së pari kryhet pranimi i protokoleve të bëra detyrë e së cilës është të vërtetohet:

Që tubacioni, paisjet dhe aparatet funksionojnë normal

Që të gjitha konzollat, mbërthimet dhe përforcimet në pikat kritike janë të qëndrueshme në përforcime dhe që lehtë mundë të barten sforcimet gjat ndërrimeve të temperaturave.

Pas kësaj procedure mund të kryhen: kalkulimi i punëve të kryera nëse me marrëveshje nuk është parapa ndryshe.

### 5.7.Kalkulimi i humbjeve të nxehtësisë

Në tabelat vijuese kemi llogaritjen e humbjeve të nxehtësisë, fitimet termike (fitimet e nxehtësisë me transmetim, rrezatimi i diellit nëpër dritare dhe dyer dhe burimet e tjera të nxehtësisë), zgjedhja e trupave ngrohës dhe ftohës, llogaritja e rrjetit gypor etj.

| Bodrumi   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           |   |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
|---|------------------|-------|-----------------------|--------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------|------------------------|---|------------------------------------|--------------------------|
| Hapsira 001   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           |   |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
| Temperatura e brendshme e normuar: $t_{bn} = 15.00$ °C  |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Karakteristika e ndërtesës: $H = 1.8$ WhPa <sup>2/3</sup> /(m <sup>3</sup> K) |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
| Temperatura e jashtme e normuar: $t_{jn} = -18.00$ °C   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Karakteristika e lokalit: $r = 0.9$   |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
| Vëllimi i hapësirës: $V_h = 90.00$ m <sup>3</sup>   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Lartësia mbi tokë: $h < 10$ m   |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
| 1   | 2                | 3     | 4                     | 5                  | 6              | 7                         | 8                                 | 9  | 10                        | 11  | 12                           | 13                         | 14                     | 15                                      | 16                                 | 17                       |
| Shënimi i shkurtuar   | Aua e horizontit | Numri | Njehsimi i sipërfaqes |                    |                |                           |                                   | Nxehtësia e nevojshme për tran.                  |                           |   | Depërtueshmëria e ajrit      |                            |                        |   |                                    |                          |
|   |                  |       | Gjërësia              | Lartësia, Egatësia | Sipërfaqja     | Sipërfaqja që zbritet (·) | Sipërfaqja e futur në njëri ehuam | Koeficienti i normuar i tejkalimit të nxehtësisë | Ndryshimi i temperaturave | Nxeh. e nevoj. për transm. e pjesës së ndërtesës                              | Nr. i puthitjeve horizontale | Nr. i puthitjeve vertikale | Gjatësia e puthitjeve  | Koeficienti i depërtueshmërisë së ajrit | Depërtueshmëria e ajrit            | Në ballë ose jo në ballë |
| -   | -                | n     | b                     | h                  | A              | A'                        | A'                                | k <sub>N</sub>                                   | Δt                        | W   | n <sub>h</sub>               | n <sub>v</sub>             | l                      | a                                       | a·l                                | -                        |
| -   | -                | -     | m                     | m                  | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>            | m <sup>2</sup>                    | W/m <sup>2</sup> K                               | K                         | W   | -                            | -                          | m                      | m <sup>3</sup> /mhP<br>a <sup>2/3</sup> | m <sup>3</sup> /hPa <sup>2/3</sup> | -                        |
| MJ  | -                | 1     | 3.20                  | 2.80               | 8.96           |                           | 8.96                              | 0.30   | 12.00                     | 32.26   |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
| DY  | -                | 1     |                       |                    | 50.00          |                           | 50.00                             | 0.40   | 12.00                     | 240.00  |                              |                            |                        |   |                                    |                          |
|   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | 272.26  |                              |                            |                        |   |                                    | 0.00                     |
| Nxehtësia e nevojshme për ajrosje natyrore:<br>$\dot{Q}_{AV} = \sum(a \cdot l)_B \cdot H \cdot r \cdot (t_{bn} - t_{jn}) =$ |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për ajrosje:  |                              |                            | 504.90 W               |   |                                    |                          |
| Nxehtësia minimale për ajrosje natyrore:<br>$\dot{Q}_{AV, min} = 0.17 \cdot V_h \cdot (t_{bn} - t_{jn}) =$                  |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për transmetim:   |                              |                            | 272.26 W               |   |                                    |                          |
|   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për ngrohje:  |                              |                            | 932.59 W               |   |                                    |                          |
|   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të vëllimit                                    |                              |                            | 10.36 W/m <sup>3</sup> |   |                                    |                          |
|   |                  |       |                       |                    |                |                           |                                   |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të sipërfaqes                                  |                              |                            | 18.65 W/m <sup>2</sup> |   |                                    |                          |

Fig. 5.1. Kalkulimi i humbjeve të nxehtësisë



| Hapsira 002   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|---|------------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| Temperatura e brendshme e normuar: $t_{bn} = 18.00 \text{ }^\circ\text{C}$                    |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Karakteristika e ndërtesës: $H = 1.8 \text{ WhPa}^{2/3}/(\text{m}^3\text{K})$ |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Temperatura e jashtme e normuar: $t_{jn} = -18.00 \text{ }^\circ\text{C}$                     |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Karakteristika e lokalit: $r = 0.9$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Vëllimi i hapësirës: $V_h = 21.60 \text{ m}^3$  |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Lartësia mbi tokë: $h < 10 \text{ m}$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| 1   | 2                | 3     | 4                     | 5                  | 6            | 7                         | 8                           | 9  | 10                        | 11  | 12                           | 13                         | 14                    | 15                                      | 16                            | 17                       |
| Shënim i shkurtuar  | Ana e horizontit | Numri | Njehsimi i sipërfaqes |                    |              |                           |                             | Nxehtësia e nevojshme për tran.                  |                           |   |                              | Depërtueshmëria e ajrit    |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       | Gjërësia              | Lartësia, gjatësia | Sipërfaqja   | Sipërfaqja që zbritet (°) | Sipërfaqja e futur në njësi | Koeficienti i normuar i tejkalimit të nxehtësisë | Ndryshimi i temperaturave | Nxeh. e nevoj. për transm. e pjesës së ndërtesës                              | Nr. i puthitjeve horizontale | Nr. i puthitjeve vertikale | Gjatësia e puthitjeve | Koeficienti i depërtueshmërisë së ajrit | Depërtueshmëria e ajrit       | Në ballë ose jo në ballë |
| -   | -                | n     | b                     | h                  | A            | A'                        | A'                          | $k_N$  | $\Delta t$                | W   | -                            | -                          | l                     | a                                       | a-1                           | -                        |
| -   | -                | -     | m                     | m                  | $\text{m}^2$ | $\text{m}^2$              | $\text{m}^2$                | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$                    | K                         | W   | -                            | -                          | m                     | $\frac{\text{m}^3}{\text{mHP a}^{2/3}}$ | $\text{m}^3/\text{hPa}^{2/3}$ | -                        |
| MJ  | -                | 1     | 4.00                  | 2.80               | 11.20        |                           | 11.20                       | 0.30   | 15.00                     | 50.40   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| MB  | -                | 1     | 8.00                  | 2.80               | 10.80        |                           | 10.80                       | 1.60   | 3.00                      | 51.84   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| DY  | -                | 1     |                       |                    | 12.00        |                           | 12.00                       | 0.40   | 15.00                     | 72.00   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | 174.24  |                              |                            |                       |   | 0.00                          |                          |
| Nxehtësia e nevojshme për ajrosje natyrore:   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e normuar për ajrosje:  |                              |                            |                       |   | 132.19                        | W                        |
| $\dot{Q}_{AN} = \Sigma(a \cdot l)_B \cdot H \cdot r \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 0.00 \text{ W}$ |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e normuar për transmetim:   |                              |                            |                       |   | 174.24                        | W                        |
| Nxehtësia minimale për ajrosje natyrore:  |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për ngrohje:  |                              |                            |                       |   | 367.72                        | W                        |
| $\dot{Q}_{AN, \min} = 0.17 \cdot V_h \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 132.19 \text{ W}$              |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të vëllimit                                    |                              |                            |                       |   | 17.02                         | $\text{W}/\text{m}^3$    |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të sipërfaqes                                  |                              |                            |                       |   | 30.64                         | $\text{W}/\text{m}^2$    |

Fig. 5.2. Kalukulimi i humbjeve të nxehtësisë

| Hapsira 003   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|---|------------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| Temperatura e brendshme e normuar: $t_{bn} = 18.00 \text{ }^\circ\text{C}$                      |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Karakteristika e ndërtesës: $H = 1.8 \text{ WhPa}^{2/3}/(\text{m}^3\text{K})$ |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Temperatura e jashtme e normuar: $t_{jn} = -18.00 \text{ }^\circ\text{C}$                       |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Karakteristika e lokalit: $r = 0.9$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Vëllimi i hapësirës: $V_h = 487.08 \text{ m}^3$   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Lartësia mbi tokë: $h < 10 \text{ m}$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| 1   | 2                | 3     | 4                     | 5                  | 6            | 7                         | 8                           | 9  | 10                        | 11  | 12                           | 13                         | 14                    | 15                                      | 16                            | 17                       |
| Shënim i shkurtuar  | Ana e horizontit | Numri | Njehsimi i sipërfaqes |                    |              |                           |                             | Nxehtësia e nevojshme për tran.                  |                           |   |                              | Depërtueshmëria e ajrit    |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       | Gjërësia              | Lartësia, gjatësia | Sipërfaqja   | Sipërfaqja që zbritet (°) | Sipërfaqja e futur në njësi | Koeficienti i normuar i tejkalimit të nxehtësisë | Ndryshimi i temperaturave | Nxeh. e nevoj. për transm. e pjesës së ndërtesës                              | Nr. i puthitjeve horizontale | Nr. i puthitjeve vertikale | Gjatësia e puthitjeve | Koeficienti i depërtueshmërisë së ajrit | Depërtueshmëria e ajrit       | Në ballë ose jo në ballë |
| -   | -                | n     | b                     | h                  | A            | A'                        | A'                          | $k_N$  | $\Delta t$                | W   | -                            | -                          | l                     | a                                       | a-1                           | -                        |
| -   | -                | -     | m                     | m                  | $\text{m}^2$ | $\text{m}^2$              | $\text{m}^2$                | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$                    | K                         | W   | -                            | -                          | m                     | $\frac{\text{m}^3}{\text{mHP a}^{2/3}}$ | $\text{m}^3/\text{hPa}^{2/3}$ | -                        |
| MJ  | -                | 1     | 50.60                 | 2.80               | 141.68       | 6.30                      | 135.38                      | 0.30   | 15.00                     | 609.21  |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| DRJ   | -                | 3     | 0.50                  | 2.40               | 2.10         |                           | 6.30                        | 1.10   | 36.00                     | 249.48  | 2.00                         | 2.00                       | 17.40                 | 0.60                                    | 10.44                         |                          |
| MB  | -                | 1     | 13.60                 | 2.80               | 16.40        |                           | 16.40                       | 1.60   | 3.00                      | 78.72   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| DY  | -                | 1     |                       |                    | 270.60       |                           | 270.60                      | 0.40   | 15.00                     | 1623.60   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | 2561.01   |                              |                            |                       |   | 10.44                         |                          |
| Nxehtësia e nevojshme për ajrosje natyrore:   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e normuar për ajrosje:  |                              |                            |                       |   | 2980.93                       | W                        |
| $\dot{Q}_{AN} = \Sigma(a \cdot l)_B \cdot H \cdot r \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 608.86 \text{ W}$ |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e normuar për transmetim:   |                              |                            |                       |   | 2561.01                       | W                        |
| Nxehtësia minimale për ajrosje natyrore:  |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për ngrohje:  |                              |                            |                       |   | 6650.33                       | W                        |
| $\dot{Q}_{AN, \min} = 0.17 \cdot V_h \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 2980.93 \text{ W}$               |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të vëllimit                                    |                              |                            |                       |   | 13.65                         | $\text{W}/\text{m}^3$    |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                             |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të sipërfaqes                                  |                              |                            |                       |   | 24.58                         | $\text{W}/\text{m}^2$    |

Fig. 5.3. Kalukulimi i humbjeve të nxehtësisë

| Hapsira 004   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|---|------------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| Temperatura e brendshme e normuar: $t_{bn} = 18.00 \text{ }^\circ\text{C}$  |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Karakteristika e ndërtesës: $H = 1.8 \text{ WhPa}^{2/3}/(\text{m}^3\text{K})$ |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Temperatura e jashtme e normuar: $t_{jn} = -18.00 \text{ }^\circ\text{C}$   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Karakteristika e lokalit: $r = 0.9$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Vëllimi i hapësirës: $V_h = 55.80 \text{ m}^3$  |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Lartësia mbi tokë: $h < 10 \text{ m}$   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| 1   | 2                | 3     | 4                     | 5                  | 6            | 7                         | 8                             | 9  | 10                        | 11  | 12                           | 13                         | 14                    | 15                                      | 16                            | 17                       |
| Shënimi i shkurtuar   | Ana e horizontit | Numri | Njehsimi i sipërfaqes |                    |              |                           |                               | Nxehtësia e nevojshme për tran.                  |                           |   |                              | Depërtueshmëria e ajrit    |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       | Gjësia                | Lartësia, gjatësia | Sipërfaqja   | Sipërfaqja që zënitet (°) | Sipërfaqja e futur në njehsim | Koeficienti i normuar i tejkalimit të nxehtësisë | Ndryshimi i temperaturave | Nr. eh. e nevoj. për transm. e pjesës së ndërtesës                            | Nr. i puthitjeve horizontale | Nr. i puthitjeve vertikale | Gjatësia e puthitjeve | Koeficienti i depërtueshmërisë së ajrit | Depërtueshmëria e ajrit       | Në ballë ose jo në ballë |
| -   | -                | n     | b                     | h                  | A            | A'                        | A'                            | $k_N$  | $\Delta t$                | W   | $n_h$                        | $n_v$                      | l                     | a                                       | a-1                           | -                        |
| -   | -                | -     | m                     | m                  | $\text{m}^2$ | $\text{m}^2$              | $\text{m}^2$                  | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$                    | K                         | W   | -                            | -                          | m                     | $\frac{\text{m}^3}{\text{mHP a}^{2/3}}$ | $\text{m}^3/\text{hPa}^{2/3}$ | -                        |
| MJ  | -                | 1     | 11.30                 | 2.80               | 31.64        | 1.92                      | 29.72                         | 0.30   | 15.00                     | 133.74  |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| DRJ   | -                | 1     | 0.80                  | 2.40               | 1.92         |                           | 1.92                          | 1.10   | 36.00                     | 76.03   | 2.00                         | 2.00                       | 6.40                  | 0.60                                    | 3.84                          |                          |
| MB  | -                | 1     | 4.80                  | 2.80               | 13.44        |                           | 13.44                         | 1.60   | 3.00                      | 64.51   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| DY  | -                | 1     |                       |                    | 31.00        |                           | 31.00                         | 0.40   | 15.00                     | 186.00  |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           |   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | 460.28  |                              |                            |                       |   | 3.84                          |                          |
| Nxehtësia e nevojshme për ajrosje natyrore:<br>$\dot{Q}_{AV} = \sum (a \cdot I)_B \cdot H \cdot r \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 223.95 \text{ W}$ |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Nxehtësia e normuar për ajrosje: 341.50 W                                     |                              |                            |                       |   |                               |                          |
| Nxehtësia minimale për ajrosje natyrore:<br>$\dot{Q}_{AN, min} = 0.17 \cdot V_h \cdot (t_{bn} - t_{jn}) = 341.50 \text{ W}$                   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Nxehtësia e normuar për transmetim: 460.28 W                                  |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Nxehtësia e nevojshme për ngrohje: 962.14 W                                   |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të vëllimit: 17.24 $\text{W}/\text{m}^3$       |                              |                            |                       |   |                               |                          |
|   |                  |       |                       |                    |              |                           |                               |  |                           | Nxehtësia e nevojshme në njësi të sipërfaqes: 31.04 $\text{W}/\text{m}^2$     |                              |                            |                       |   |                               |                          |

Fig. 5.4. Kalukulimi i humbjeve të nxehtësisë

Punim Diplome - Master

| Perdhesa                                |              |             |         |                     |   |               |      |      |               |                |             |
|---|--------------|-------------|---------|---------------------|---|---------------|------|------|---------------|----------------|-------------|
| HAPSIRA                                 |              | 101         |         | tj = 34 °C          |   | tb = 26 °C    |      |      |               |                |             |
| Shenja                                  | Anët e Botës | Sipërfaqja  | Koefic. | Δt                  | g | qs            | b    | s    | Nxehtësia     | Nxehtësia      |             |
|   |              | A           | k       | Δtek                | - | -             | -    | -    | Senzibile Qf  | Latente Ql     |             |
|   |              | m²          | W/m²K   | K                   | - | -             | -    | -    | W             | W              |             |
| Fitimet e nxehtësis me transmetim       |              |             |         |                     |   |               |      |      |               |                |             |
| MJ                                      | L            | 0.00        | 0.3     | 7.2                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | L            | 0.00        | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| MJ                                      | JL           | 0.00        | 0.3     | 9.7                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | JL           | 37.53       | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 330.3         |                |             |
| MJ                                      | J            | 0.00        | 0.3     | 11.1                |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | J            | 0.00        | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| MJ                                      | JP           | 0.00        | 0.3     | 11.5                |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | JP           | 37.53       | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 330.3         |                |             |
| MJ                                      | P            | 0.00        | 0.3     | 11.5                |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | P            | 0.00        | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| MJ                                      | VP           | 0.00        | 0.3     | 7.1                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | VP           | 59.40       | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 522.7         |                |             |
| MJ                                      | V            | 0.00        | 0.3     | 4.7                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DRJ                                     | V            | 0.00        | 1.1     | 8.0                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| MJ                                      | VL           | 14.04       | 0.3     | 5.9                 |   |               |      |      | 24.9          |                |             |
| DRJ                                     | VL           | 20.79       | 1.8     | 8.0                 |   |               |      |      | 299.4         |                |             |
| MB                                      | -            | 0.00        | 1.6     | 4.0                 |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
| DY                                      | -            | 371.20      | 0.4     | 4.0                 |   |               |      |      | 593.9         |                |             |
| TA                                      | -            | 0.00        | 0.2     | 24.7                |   |               |      |      | 0.0           |                |             |
|   |              |             |         |                     |   |               |      |      | <b>2101.4</b> |                |             |
| Rrezatimi i diellit në dritare dhe dyer |              |             |         |                     |   |               |      |      |               |                |             |
| DR                                      | L            | 0.00        |         |                     |   | 108           | 0.45 | 0.20 | 0.0           |                |             |
| DR                                      | JL           | 37.53       |         |                     |   | 108           | 0.45 | 0.22 | 401.3         |                |             |
| DR                                      | J            | 0.00        |         |                     |   | 209           | 0.45 | 0.29 | 0.0           |                |             |
| DR                                      | JP           | 37.53       |         |                     |   | 528           | 0.45 | 0.71 | 6331.2        |                |             |
| DR                                      | P            | 0.00        |         |                     |   | 544           | 0.45 | 0.76 | 0.0           |                |             |
| DR                                      | VP           | 59.40       |         |                     |   | 247           | 0.45 | 0.64 | 4225.5        |                |             |
| DR                                      | V            | 0.00        |         |                     |   | 108           | 0.45 | 0.62 | 0.0           |                |             |
| DR                                      | VL           | 20.79       |         |                     |   | 108           | 0.45 | 0.24 | 242.5         |                |             |
| Burimet tjera të nxehtësis              |              |             |         |                     |   |               |      |      |               |                |             |
| 80                                      |              | persona nga |         | 70                  |   | respektivisht |      | 46 W |               | 5600           | 3680        |
| Ndriqimi                                |              | 371.20 m²   |         | 25 W/m²             |   |               |      |      |               | 9280.0         |             |
| Paisjet elektrike                       |              | 2.500 kW    |         | nga kjo 50% latente |   |               |      |      |               | 1250           | 1250        |
| Ngarkesa e ftohjes së thatë             |              |             |         | Q <sub>kr</sub>     |   |               |      |      |               | <b>29431.8</b> |             |
| Ngarkesa e ftohjes me lagështi          |              |             |         | Q <sub>kf</sub>     |   |               |      |      |               |                | <b>4930</b> |
| Ngarkesa totale e ftohjes               |              |             |         | Q <sub>k</sub>      |   |               |      |      |               | <b>34362</b>   |             |
| <b>93 W/m²</b>                          |              |             |         |                     |   |               |      |      |               |                |             |

Fig. 5.5. Fitimet termike të nxehtësisë

Punim Diplome - Master

| Perdhesa                                |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   |                            |                        |
|---|---------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|
| HAPSIRA                                 |                     | 103            |                     |                 | $t_j = 34 \text{ }^\circ\text{C}$ |                |      | $t_b = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ |                            |                        |
| Shenja                                  | Anët e Botës        | Sipërfaqja     | Koefic.             | $\Delta t$      | g                                 | q <sub>s</sub> | b    | s                                 | Nxehtësia                  | Nxehtësia              |
|   |                     | A              | k                   | $\Delta t_{ek}$ |                                   |                |      |                                   | Senzibile Q <sub>f</sub>   | Latente Q <sub>l</sub> |
|   |                     | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K  | K               | -                                 | -              | -    | -                                 | W                          | W                      |
| Fitimet e nxehtësis me transmetim       |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   |                            |                        |
| MJ                                      | L                   | 0.00           | 0.3                 | 7.2             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | L                   | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | JL                  | 13.32          | 0.3                 | 9.7             |                                   |                |      |                                   | 38.8                       |                        |
| DRJ                                     | JL                  | 1.08           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 9.5                        |                        |
| MJ                                      | J                   | 0.00           | 0.3                 | 11.1            |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | J                   | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | JP                  | 8.64           | 0.3                 | 11.5            |                                   |                |      |                                   | 29.8                       |                        |
| DRJ                                     | JP                  | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | P                   | 0.00           | 0.3                 | 11.5            |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | P                   | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | VP                  | 0.00           | 0.3                 | 7.1             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | VP                  | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | V                   | 0.00           | 0.3                 | 4.7             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | V                   | 0.00           | 1.1                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MJ                                      | VL                  | 0.00           | 0.3                 | 5.9             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DRJ                                     | VL                  | 0.00           | 1.8                 | 8.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| MB                                      | -                   | 0.00           | 1.6                 | 4.0             |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
| DY                                      | -                   | 9.30           | 0.4                 | 4.0             |                                   |                |      |                                   | 14.9                       |                        |
| TA                                      | -                   | 0.00           | 0.2                 | 24.7            |                                   |                |      |                                   | 0.0                        |                        |
|   |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   | <b>93.0</b>                |                        |
| Rrezatimi i diellit në dritare dhe dyer |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   |                            |                        |
| DR                                      | L                   | 0.00           |                     |                 |                                   | 108            | 0.45 | 0.20                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | JL                  | 1.08           |                     |                 |                                   | 108            | 0.45 | 0.22                              | 11.5                       |                        |
| DR                                      | J                   | 0.00           |                     |                 |                                   | 209            | 0.45 | 0.29                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | JP                  | 0.00           |                     |                 |                                   | 528            | 0.45 | 0.71                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | P                   | 0.00           |                     |                 |                                   | 544            | 0.45 | 0.76                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | VP                  | 0.00           |                     |                 |                                   | 247            | 0.45 | 0.64                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | V                   | 0.00           |                     |                 |                                   | 108            | 0.45 | 0.62                              | 0.0                        |                        |
| DR                                      | VL                  | 0.00           |                     |                 |                                   | 108            | 0.45 | 0.24                              | 0.0                        |                        |
| Burimet tjera të nxehtësis              |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   |                            |                        |
| 2                                       | persona nga         | 70             | respektivisht       | 46 W            |                                   |                |      |                                   | 140                        | 92                     |
| Ndriqimi                                | 9.30 m <sup>2</sup> |                | 25 W/m <sup>2</sup> |                 |                                   |                |      |                                   | 232.5                      |                        |
| Paisjet elektrike                       | 0.800 kW            |                | nga kjo 50% latente |                 |                                   |                |      |                                   | 400                        | 400                    |
| Ngarkesa e ftohjes së thatë             |                     |                | Q <sub>kr</sub>     |                 |                                   |                |      |                                   | <b>877.0</b>               |                        |
| Ngarkesa e ftohjes me lagështi          |                     |                | Q <sub>kf</sub>     |                 |                                   |                |      |                                   |                            | <b>492</b>             |
| Ngarkesa totale e ftohjes               |                     |                | Q <sub>k</sub>      |                 |                                   |                |      |                                   | <b>1369</b>                |                        |
|   |                     |                |                     |                 |                                   |                |      |                                   | <b>147 W/m<sup>2</sup></b> |                        |

Fig. 5.6. Fitimet termike të nxehtësisë

| Llogaritja e rrjetit gypor - pompa për ventilator-konvektor |                  |                |                     |          |                 |       |        |    |        | t = 7/12 °C |
|---|------------------|----------------|---------------------|----------|-----------------|-------|--------|----|--------|-------------|
| Përdhesa  |                  |                |                     |          |                 |       |        |    |        |             |
| Nunri rendor  |                  |                |                     |          | Llogaritja      |       |        |    |        | Gjithsej    |
|   | Sasia e nxetsisë | Prurja në masë | Gjatësia e sektorit | Diametri | w<br>Shpejtësia | R     | Δpgj   | Σξ | Δpl    | Δpgj+Δpl    |
| W   | kg/h             | m              | mm                  | m/s      | Pa/m            | Pa    | ~      | Pa | Pa     |             |
| 1   | 2                | 3              | 4                   | 5        | 6               | 7     | 8      | 9  | 10     | 11          |
| 1   | 2700             | 464            | 10                  | DN 20    | 0.35            | 103.2 | 1031.7 | 14 | 864.7  | 1896.4      |
| 2   | 4750             | 816            | 8                   | DN 25    | 0.39            | 92.2  | 737.4  | 8  | 608.1  | 1345.6      |
| 3   | 6800             | 1168           | 4                   | DN 32    | 0.32            | 46.1  | 184.4  | 8  | 410.7  | 595.1       |
| 4   | 9500             | 1631           | 16                  | DN 32    | 0.45            | 83    | 1328.3 | 8  | 801.6  | 2129.9      |
| 5   | 23100            | 3967           | 8                   | DN 50    | 0.5             | 61.6  | 492.9  | 8  | 997.7  | 1490.6      |
| 6   | 26500            | 4550           | 12                  | DN 50    | 0.57            | 78.5  | 942.3  | 8  | 1313   | 2255.3      |
| 7   | 29900            | 5134           | 16                  | DN 50    | 0.65            | 97.2  | 1555.7 | 10 | 2089.5 | 3645.2      |
| 8   | 43500            | 7470           | 3                   | DN 65    | 0.56            | 54.3  | 162.8  | 10 | 1557.5 | 1720.3      |
| 9   | 61900            | 10629          | 24                  | DN 65    | 0.79            | 101.6 | 2439.3 | 16 | 5046   | 7485.3      |
|   |                  |                |                     |          |                 |       |        |    |        | 27076       |

$\Delta p = \Delta p_{gj} + \Delta p_l =$

Rënja e presionit në F.C.

Rënja e presionit në valvole trikahore

Rënja e përgjithshme e presionit

Lartësia e presionit të pompës

Prurja vëllimore e pompës

$\Delta v =$

$\Delta vt =$

$\Delta p_{për} = \Delta p + \Delta p_v + \Delta p_{ldd} =$

$H_p = \Delta p_{për} / \rho * g =$

$V = m / \rho_m =$

|       |      |
|-------|------|
| 27076 | Pa   |
| 25000 | Pa   |
| 7080  | Pa   |
| 59156 | Pa   |
| 6.08  | m    |
| 10.60 | m³/h |

Fig. 5.7. Llogaritja e rrjetit gypor

| Llogaritja e rrjetit gypor - pompa për ventilator-konvektor |                  |                |                     |          |                 |       | t = 7/12 °C |    |        |          |
|---|------------------|----------------|---------------------|----------|-----------------|-------|-------------|----|--------|----------|
| Kati i parë   |                  |                |                     |          |                 |       |             |    |        |          |
| Numri rendor  |                  |                |                     |          | Llogaritja      |       |             |    |        | Gjithsej |
|   | Sasia e nxetsisë | Prurja në masë | Gjatësia e sektorit | Diametri | w<br>Shpejtësia | R     | Δpgj        | Σξ | Δpl    | Δpgj+Δpl |
|   | W                | kg/h           | m                   | mm       | m/s             | Pa/m  | Pa          | ~  | Pa     | Pa       |
| 1   | 2                | 3              | 4                   | 5        | 6               | 7     | 8           | 9  | 10     | 11       |
| 1   | 14750            | 2533           | 12                  | DN 40    | 0.51            | 86.1  | 1032.7      | 14 | 1840   | 2872.7   |
| 2   | 16800            | 2885           | 4                   | DN 40    | 0.58            | 109.1 | 436.3       | 8  | 1364   | 1800.3   |
| 3   | 18850            | 3237           | 4                   | DN 40    | 0.66            | 133.7 | 534.6       | 8  | 1717.1 | 2251.8   |
| 4   | 20900            | 3589           | 6                   | DN 50    | 0.45            | 51    | 306.1       | 8  | 816.7  | 1122.9   |
| 5   | 29000            | 4980           | 7                   | DN 50    | 0.63            | 92.1  | 644.7       | 8  | 1572.5 | 2217.2   |
| 6   | 31700            | 5443           | 11                  | DN 50    | 0.69            | 107.8 | 1186.3      | 8  | 1878.9 | 3065.2   |
| 7   | 34400            | 5907           | 6                   | DN 50    | 0.74            | 124.7 | 748.1       | 10 | 2765.8 | 3513.8   |
| 8   | 39800            | 6834           | 17                  | DN 65    | 0.51            | 46.4  | 788.3       | 10 | 1303.8 | 2092.1   |
| 9   | 56000            | 9616           | 4                   | DN 65    | 0.72            | 85    | 340.1       | 10 | 2581.2 | 2921.3   |
| 10  | 68300            | 12192          | 30                  | DN 65    | 0.88            | 121.1 | 3894.7      | 16 | 6638.7 | 10533.4  |
|   |                  |                |                     |          |                 |       |             |    |        | 38869    |

$\Delta p = \Delta p_{gj} + \Delta p_l =$

Rënja e presionit në F.C.

Rënja e presionit në valvole trikahore

Rënja e përgjithshme e presionit

Lartësia e presionit të pompës

Prurja vëllimore e pompës

$\Delta v =$

$\Delta vt =$

$\Delta p_{për} = \Delta p + \Delta p_v + \Delta p_{ldd} =$

$H_p = \Delta p_{për} / \rho \cdot g =$

$V = m \cdot z / \rho_m =$

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 38869 | Pa                |
| 25000 | Pa                |
| 8620  | Pa                |
| 72489 | Pa                |
| 7.45  | m                 |
| 11.70 | m <sup>3</sup> /h |

Zgjedhet pompa

**Stratos 50/1-12 CAN PN 6/10**

Fig. 5.8. Fitimet termike të nxehtësisë



KALKULIMI I PAJIMEVE

**1 - Kaldaja**

|  |                          |          |
|--|--------------------------|----------|
| Nxehtësia e përgjithshme e trupave ng. | $Q_t =$                  | 283420 W |
| Kapaciteti i kaldajës                  | $Q_k = 1.1 \times Q_t =$ | 311762 W |
|  | $t_d =$                  | 80 °C    |
|  | $t_k =$                  | 60 °C    |

Aprovohet kaldaja me pelet për mbulimin e nevojave bazë me kapacitet Q = 314 kW

**2 - Paisja ftohëse ( chiller-i )**

|                                    |                        |          |
|------------------------------------|------------------------|----------|
| Kapaciteti total i ftohjes         | $Q_f =$                | 132900 W |
| Kapaciteti i paisjes ftohëse       | $Q_k = k \times Q_f =$ | 106320 W |
| Koeficienti i punës së njëkohëshme | $k =$                  | 0.80     |
|                                    | $t_d =$                | 7 °C     |
|                                    | $t_k =$                | 12 °C    |

Aprovohet një paisje ftohëse (chiller) apo i ngjashëm, për mbulimin e nevojave bazë me kapacitet Q = 115 kW

**3. - Ena ekspanduese**

|  |   |          |
|--|---|----------|
| Vëllimi i ujit në trupa ngrohës/ftohës   | $V_1 =$                                       | 145 l    |
| Vëllimi i ujit në kaldaje  | $V_2 =$                                       | 350 l    |
| Vëllimi i ujit në tubacion dhe kolektor është  | $V_3 =$                                       | 980 l    |
| Vëllimi i ujit në tërë instalimin është  | $V_i = V_1 + \dots + V_n =$                   | 1475 l   |
| Temperatura e ujit të dërgimit për të cilin është dimensionuar sistemi i rrjetit gypor është   |   | 90°C     |
| Sipas tabelës 9.3 vlera e interpoluar e koeficientit të zgjerimit është  | $b =$   | 0.035    |
| Vëllimi i zgjerimit është :  | $\Delta V = \beta \times V_i =$               | 50.93 l  |
| Vëllimi rezervë është :  | $V_r = 0.04 \times V_i =$                     | 58.20 l  |
| Vlera e presionit statik për hst në m është  | 8   | 0.82 bar |
| Për temperaturën e dërgimit < 100 °C, presioni i avullit është   | $p_{av} =$                                    | 0 bar    |
| Presioni paraprak i enës së zgjerimit është:   | $p_p = p_{st} + p_{av} =$                     | 0.82 bar |
| Për presioni e hapjes së valvolës siguroese, në vlerë prej 2.5 bar dhe me ndryshim niveli ndërmjet valvolës siguroese dhe enës së zgjerimit h= |   | 0.8 m    |
| vlera e presionit përfundimtar të enës së zgjerimit është :  | $p_{pf} = 0.8 \times p_{vs} + 0.1 \times h =$ | 2.08 bar |
| Vëllimi nominal i enës së zgjerimit është:   |   |          |
| $V_n = (\Delta V + V_r) \times (p_{pf} + p_a) / (p_{pf} - p_p) =$  |   | 265.8 l  |

Zgjedhet ena ekspanduese e sistemit të mbyllur me vëllim nga V = 300 l

**4. - Dimensionimi i oxhakut**

$$A = \frac{a * Q_k}{\sqrt{h}}$$

Ku

A - sipërfaqja e prerjes terthore te oxhakut

a - koeficienti; 0.010 - 0.015 merret për lëndë djegëse të lëngët apo të gaztë

0.017 - 0.020 për lëndë djegëse alternative

0.021 - 0.023 për kaldaja që përdorin koksin si lëndë djegëse

Qk= 314 kW

h= 12 m

A= 1540.95

$$d = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

d= 443.06 mm

Aprovohet oxhaku me dimensione: h = 12 m, d = 450 mm.

Fig. 5.9. Kalkulimi i pajimeve

5.8. Paraqitja grafike e skemave

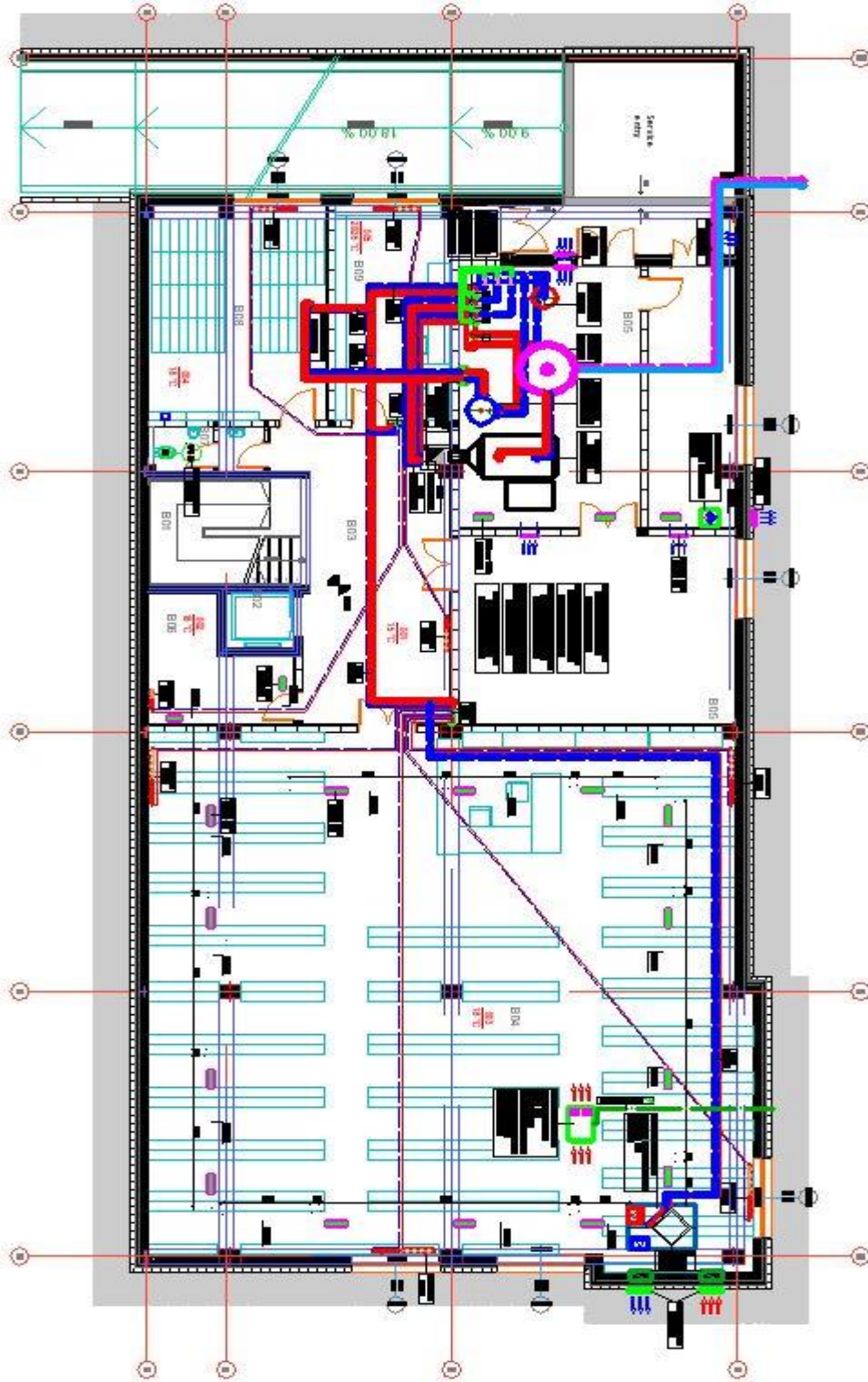


Fig. 5.10. Paraqitja grafike e katit përdhësë



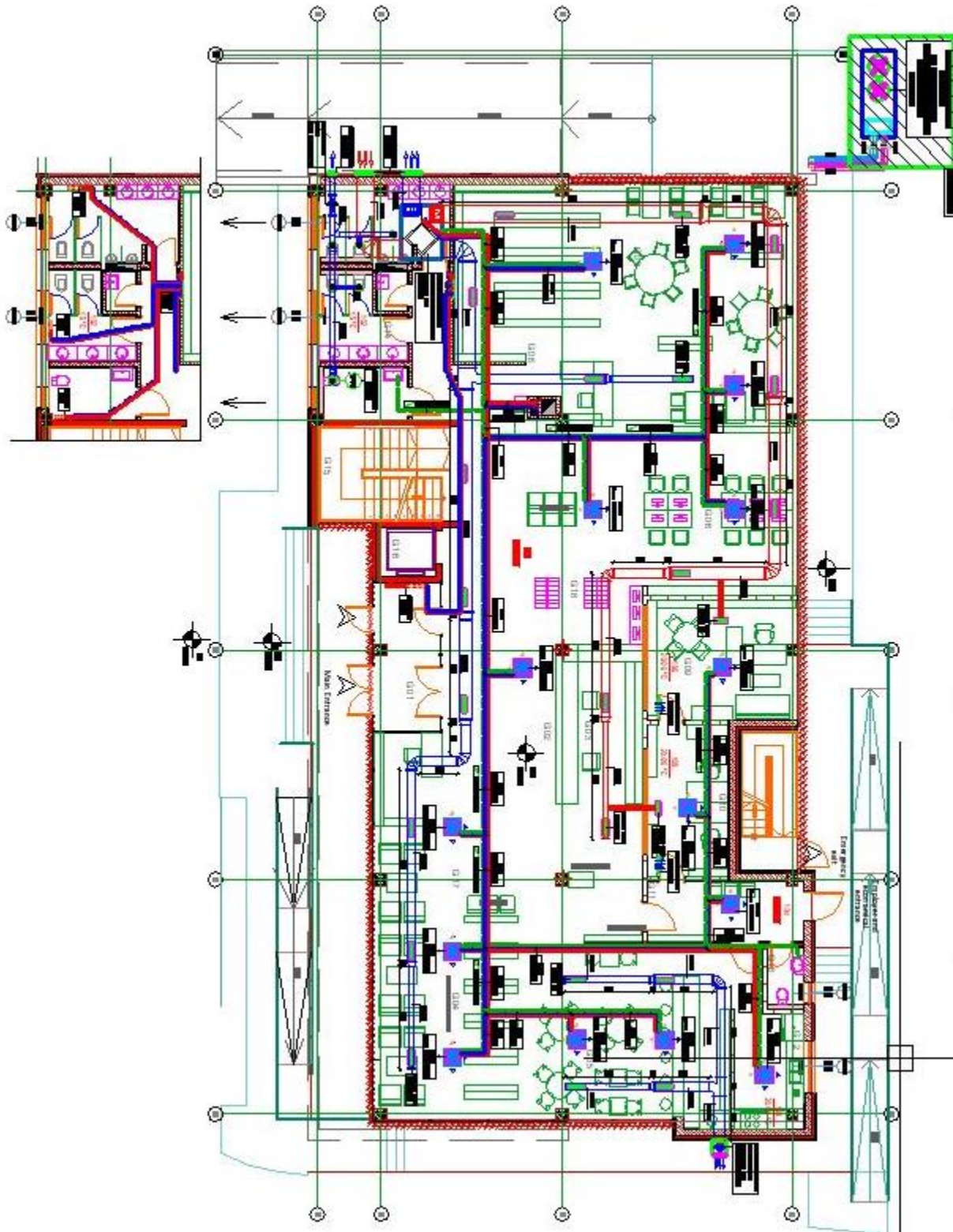


Fig. 5.11. Paraqitja grafike e katit të parë

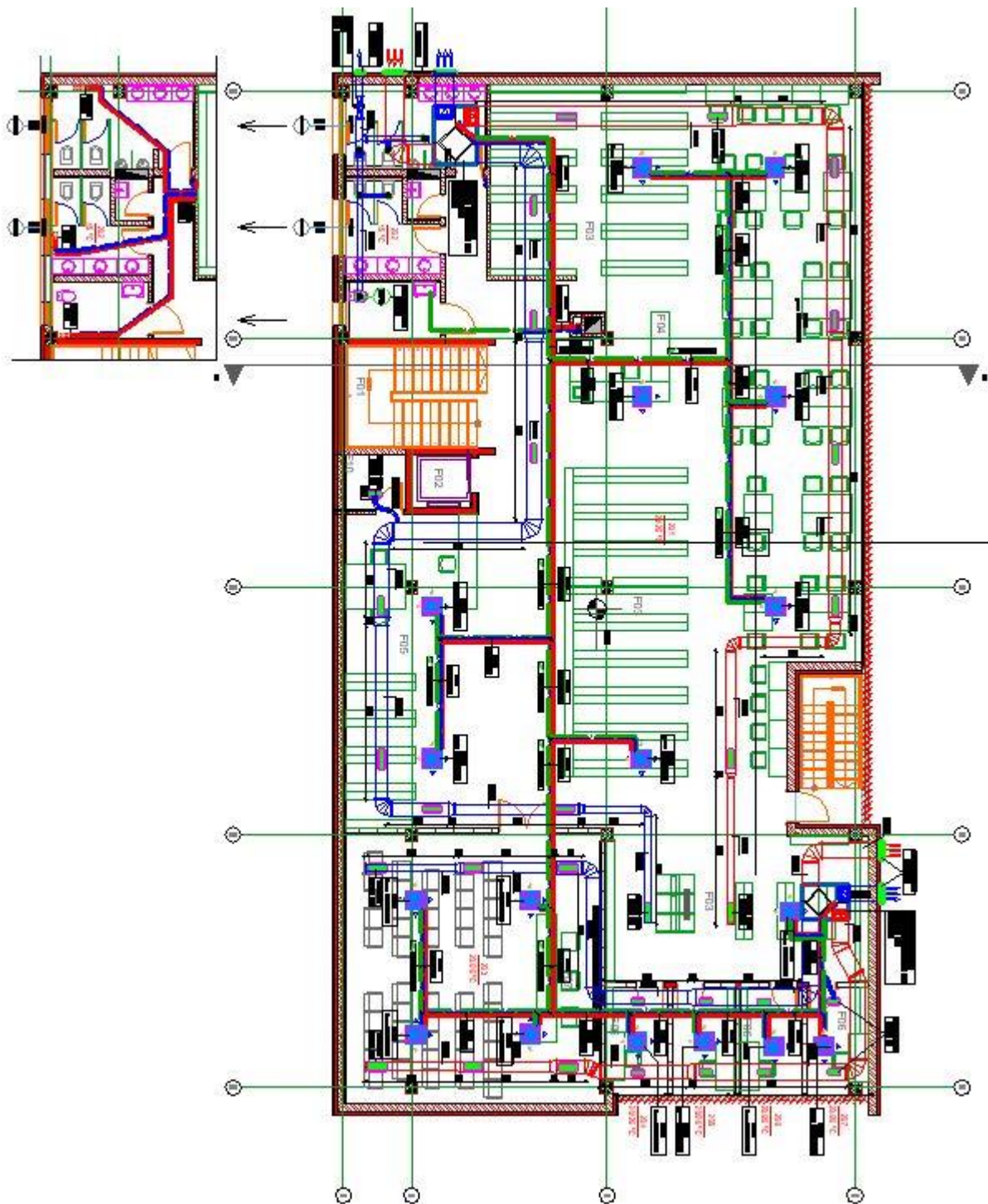


Fig. 5.12. Paraqitja grafike e katit të dytë

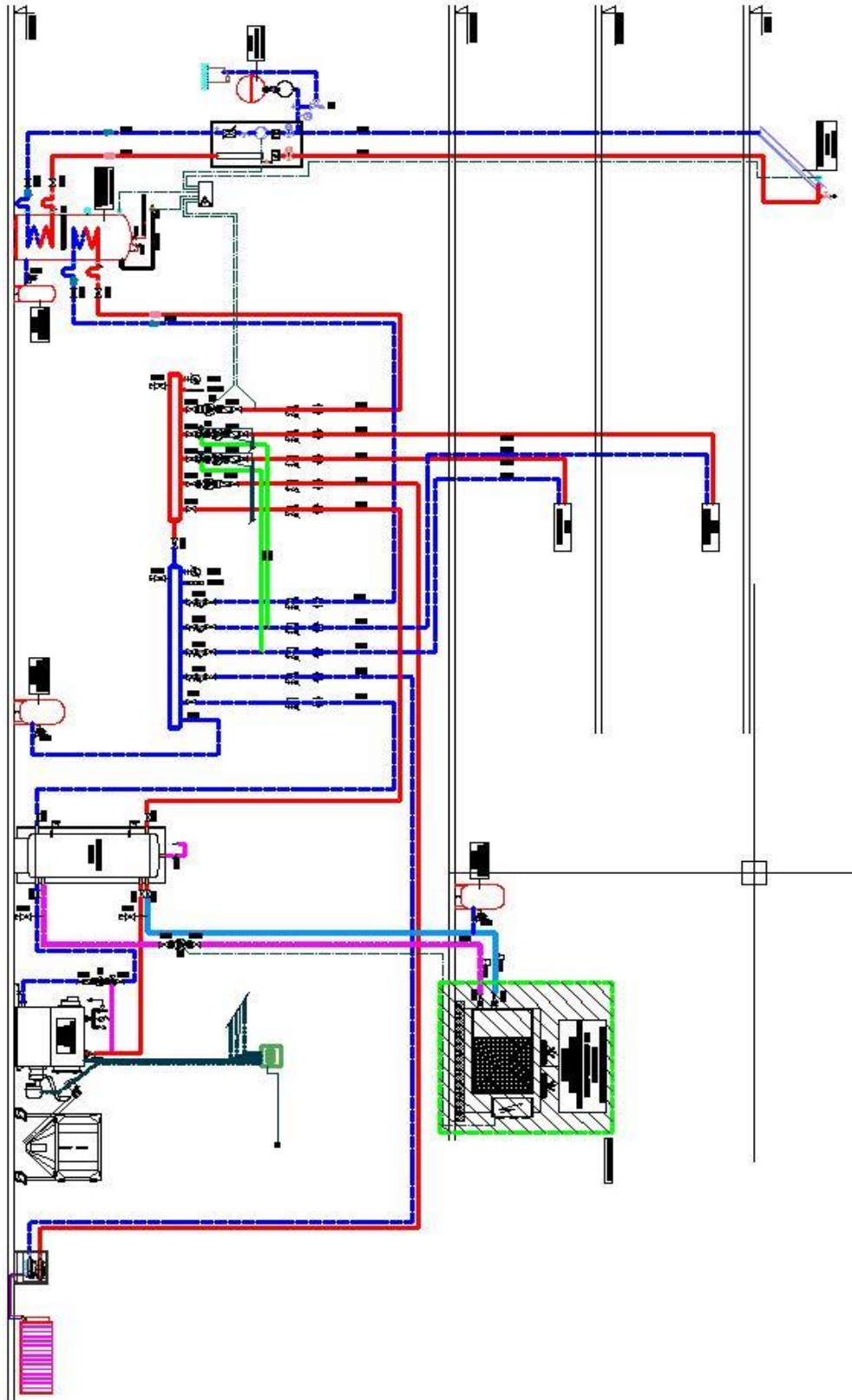


Fig. 5.13. Paraqitja grafike e skemës funksionale



## **PËRFUNDIMI**

Siç vërejtëm më lartë ky punim është prezentim i disa modeleve dhe simulimeve në fushën e transmetimit të energjisë e që paraqiten në praktikë duke përfshirë bilancet higro - termike adekuate nën ndikimin e kushteve klimatike të ndryshme të ajrit të jashtëm si dhe të elementeve të ndryshme të sistemeve të klimatizimit të cilat kanë rëndësi të madhe për dizajnimin e projekteve dhe elementeve të ngrohjes / ftohjes, ventilimit dhe të klimatizimit të ajrit (NVKA), dhe në mirëmbajtjen e tyre të cilat njëkohësisht kanë ndikim në shfrytëzimin sa më racional të energjisë përkatësisht në kursimin e konsumit të energjisë.

Punimi është ndarë në pesë kapituj ku janë përfshirë analiza, hulumtime dhe llogaritje – simulime kompjuterike për ngarkesën termike për ngrohje - ftohje me bilancet përkatëse për sezonin dimëror dhe veror, si dhe modelet për ndikimin e rrezatimit diellor në ambientin e brendshëm të hapësirës.

Po ashtu janë nxjerrë modele të elementeve të sistemeve të klimatizimit të ajrit duke përfshirë modelimin e ventilatorit për ajrosje të hapësirave, ngrohësit rekuperativ të ajrit, spirales ngrohëse, tubave dhe kanaleve ku të gjitha këto vejnë në pah rëndësinë e madhe për hulumtuesit në dizajnimin e tyre në aspektin e efijencës së energjisë.

Si modelim i bilancit higro-termik të hapësirës termike është marrë rasti i një hapësire pasive me temperaturën fillestare të brendshme 20 °C dhe të jashtme 5 °C dhe temperatura fillestare të murit 10 °C me simulim për një periudhë kohore 24 orë, e poashtu është marrë edhe simulimi i bilanceve higro - termike si rast i testimit të rrezatimit të një radiatorit varësisht nga përqindja e hapjes së valvulës së radiatorit, dhe përfundimisht në mënyrë konkrete, me gjendjen arkitektonike, me kushtet e parapara të projektit – objektit janë llogaritur përfitimet dhe humbjet etermike si dhe janë dimensionuar të gjitha elementet përkatësisht është projektuar tërësisht sistemi i ngrohjes dhe ftohjes për një objekt të caktuar, duke arritur rezultatet konkrete teorike dhe ato praktike.

Nga punimi shihet se për arritjen e rezultateve të dëshiruara ka qenë e nevojshme një punë e thellë dhe gjerë e bazuar në analiza teorike - duke shfrytëzuar modelet matematikore që përshkruajnë balance të energjisë dhe të masës për çdo element të hapësirës termike, në simulime - duke përdorur programet përkatëse softuerike, dhe në punë praktike – projektimin higro-termik të ndërtesës dhe të pajisjeve përkatëse për ngrohje dhe ftohje.

## Literatura

- [1] Fejzullah Krasniqi: “Termocentralet e Kosovës”, Prishtinë, 2014.
- [2] Fejzullah Krasniqi: “Termofikimi dhe rrjetet termike”, Prishtinë, 2010.
- [3] Fejzullah Krasniqi: “Ngrohja dhe klimatizimi I”, Prishtinë, 1997.
- [4] Application Guide for Absorption Cooling/Refrigeration URH, ASHRAE, 1995.
- [5] Reknagel, Shpringer, Shmarek, Ceperkovic: “*Grejanje i klimatizacija*”, 1995.
- [6] Hazir Çadraku, Karakterizimi Sasior dhe Cilesor i Resurseve Hidrike në Basenin e Dukagjinit, Kosovë, Tiranë, 2014
- [7] ASHRAE Handbook – Fundamentals, ASHRAE, 2001
- [8] ASHRAE Handbook – HVAC Applications, ASHRAE, 1999.
- [9] ASHRAE Handbook – Refrigeration, ASHRAE, 1998.
- [10] Bard Skagestad, Peter Mildenstein: District Heating and Cooling Connection Handbook, Canada, 1999;
- [11] Euroheat & Power Task Force Customer Installations: District Heating in Buildings, Brussels, 2011;
- [12] Linn Saarinen: Modelling and control of a district heating system, Examensarbete, 2008
- [13] Faye C.: “Heating, Ventilating and Air Conditioning: Analysis and Design”, McQuiston et al 2005.
- [14] Agolli, H.: Termoteknika e përgjithshme II, UT, Tiranë, 1987.
- [15] Beqiri, E.: Operacionet teknologjike I, UP, Prishtinë, 1996.
- [16] Jukniu, B.: Agolli, H.: Demneri. I.; Pema, A.: Termoteknika, Tiranë, 1990.
- [17] ASHRAE, *ASHRAE Standard: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta, 1991.
- [18] ASHRAE, ASHRAE Handbook: 1989 Fundamentals, American Society of Heating,
- [19] Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 1989.
- [20] ASHRAE, ASHRAE Handbook: 1993 Fundamentals, American Society of Heating,
- [21] Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 1993.
- [22] **EUROHEAT & POWER** - “*Guidelines for District Heating Substations*”, October 2008.
- [23] **Euroheat & PowerTask Force Customer Installations** - “*District Heating in Buildings*”, 2011.

- [24] **Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Bruce R. Munson, David P. Dewitt** – *“Introduction to Thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics and Heat Transfer”*, 2003.
- [25] **Joseph H. Spurk · Nuri Aksel** - *“Fluid Mechanics”*, 2008.
- [26] **Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi** - *“Fluid Mechanics”*.
- [27] **Yunus A. Cengel** - *“Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer”*, Second