

## ЕДЕН НАЧИН НА КОРИСТЕЊЕ НА ТОПЛИНСКИ ПУМПИ ВО ИНСТАЛАЦИИ СО ВЕНТИЛАТОР КОНВЕКТОРИ КАЈ ОБЈЕКТИ ОД ПОСТАР ДАТУМ

ТРОМБЕВ Ѓорѓи<sup>1</sup>, ТРОМБЕВА-ГАВРИЛОСКА Ана<sup>2</sup>, АНДРЕЕВСКИ Игор<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (Професор во пензија) Технички факултет – Битола, Универзитет „Св.Климент Охридски”

<sup>2</sup> Архитектонски факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј”

<sup>3</sup> Технички факултет – Битола, Универзитет „Св.Климент Охридски”

### АПСТРАКТ

Кај објекти градени во поново време, големо внимание се посветува на изолација на објектот, како и на примена на материјали и елементи со ниски вредности на коефициентите на спроведување и премин на топлина. Со тоа се постигнува висока енергетска ефикасност на објектите во целина, при што топлинските потреби се минимизираат.

За вакви објекти, каде топлинските потреби (и при екстремни надворешни услови) се мали, со користење на инвертер чилерски постројки, инсталациите за греење, можат ефикасно да се решаваат со користење на подни, ѕидни тавански панели, користење на вентилатор конвектори, нивни комбинации, и.т.н.

Но, што со објекти од постар датум, т.е. градени по поинакви критериуми, кога енергетската ефикасност не беше приоритет?

На примерите за истотипни објекти од понов и од постар датум, разгледувани се две варијанти на инсталации, со користење на топлински пумпи, вентилатор конвектори, подни панели.

Ведно, направени се и анализи и споредби на ваквите решенија.

Ваквиот пристап, може да се генерализира и за други објекти од иста категорија.

### ABSTRACT

For objects built recently, great attention is paid to the object insulation, as well as to the application of materials and elements with low values of the heat conducting and heat transfer coefficients. This makes it possible to achieve high energy efficiency of the buildings as a whole, whereby thermal needs are minimized.

For such facilities, where the heat needs (and in extreme outdoor conditions) are small, using inverter chiller plants, heating installations can be effectively addressed using floor, wall ceiling panels, using fan convectors, their combinations, etc.

But what can we do with objects from an older date, which are built on different criteria, when energy efficiency wasn't a priority?

On examples of aesthetic objects from the newer and older dates, two variants of installations are considered, using heat pumps, fan convectors, floor panels.

At the same time, analyzes and comparisons of such solutions were made.

This approach can be generalized for other objects of the same category.

### 1. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБЈЕКТИ ГРАДЕНИ ВО ПОНОВО ВРЕМЕ И ОБЈЕКТИ ОД ПОСТАР ДАТУМ (“НОВ ОБЈЕКТ”/“СТАР ОБЈЕКТ”)

Во Трудот се разгледувани инсталации, кои може да се применат кај објекти градени во поново време и објекти од постар датум (понатаму ќе се именуваат со “НОВ ОБЈЕКТ” и “СТАР ОБЈЕКТ”).

Заради споредливост, разгледувани се инсталации, кај објекти со иста конфигурација (број и распоред на простории, површина и волумен), но со различни термички карактеристики на градбите.

За карактеристиките на НОВ ОБЈЕКТ, искористена е детална пресметка на постоечки објект, а резултатите од пресметките се наведени во Таб.1.

Заради поедноставување, за СТАР ОБЈЕКТ, земам е објект со иста конфигурација (број и распоред на простории, површина и волумен), но со драстично поинакво волуменско оптоварување (ска  $65 [W/m^3]$ ), што резултира со поголеми топлински загуби, како за секоја просторија поодделно, така и за објектот во целина.

Топлинските потреби на просторите и на двата видови објекти во целина, дадени се во Таб.1.

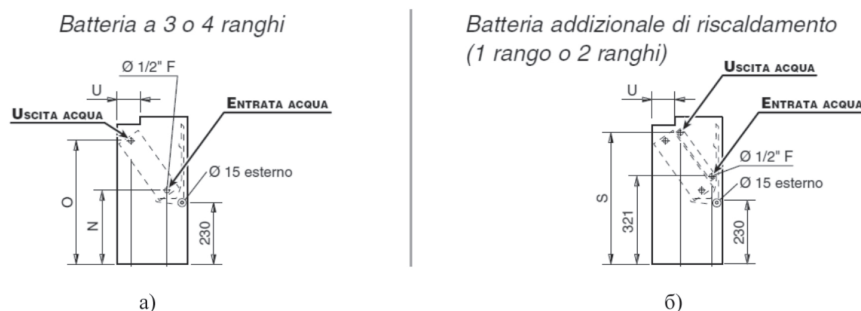
Табела 1 – Термотехнички карактеристики на разгледувани објекти

| ПРЕСМЕТКА НА ТОПЛИНСКИ ЗАГУБИ ( MКС EN 12831 ) |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     | ГРЕЈНИ ТЕЛА |           |              |                                   |  |
|--|-------------|------------------------------|----------------|---|------------|------------------------------------|-------------|--------------------|---------------------|-------------|-----------|--------------|-----------------------------------|--|
| Локација                                       |             | Скопје                       |                | Климатски податоци                            |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| Намена   |             | Стамбен објект               |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| Вид на објект                                  |             | (Зграда / друго)             |                | Надворешна проектна температура $\theta_e$ °C |            | -17,6                              |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
|  |             |                              |                | Средна годишна температура $\theta_{m}$ °C    |            | 12,21                              |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| Вкупни топлински загуби за објект, W           |             | НОВ ОБЈЕКТ                   |                | 17931   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
|  |             | СТАР ОБЈЕКТ                  |                | 36019   |            | Длабочина на подземни води $H_g$ m |             | >1                 |                     |             |           |              |                                   |  |
| Простории кои се греат                         |             |                              |                | Пресметани загуби на топлина за простории, W  |            |                                    |             |                    | Контролни вредности |             |           |              |                                   |  |
| Бр. на прост.                                  | CODE Prost. | Име / намена на просторија   | $\theta_{int}$ | Површина                                      | Волумен    | Трансмисија                        | Вентилација | Повторно загревање | ВКУПНО              | $Q_v$       | $Q_a$     | Подно греење | Дополнително - Вид на грејно тело | Потребен топлински капацитет на дополнително грејно тело |
|  |             |                              | °C             |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| <b>НОВ ОБЈЕКТ</b>                              |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| <b>КАТ</b>                                     |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| 11   |             | VLEZ (KAT)                   | 20,0           | 20,24   | 57         | 976                                | 366         | 223                | 1565                | 27          | 77        |              |                                   |  |
| 12   |             | DNEVNA SOBA (KAT)            | 20,0           | 29,64   | 84         | 1456                               | 535         | 326                | 2318                | 28          | 78        | 810          | R500                              | 755  |
| 13   |             | TRPEZARNA (KAT)              | 20,0           | 21,65   | 61         | 996                                | 391         | 238                | 1625                | 27          | 75        | 1185         | VK 3                              | 1132   |
| 14   |             | Kujna (KAT)                  | 20,0           | 20,54   | 58         | 1203                               | 1113        | 226                | 2542                | 44          | 124       | 866          | VK 3                              | 759  |
| 15   |             | RABOTNA SOBA (KAT)           | 20,0           | 15,98   | 45         | 1113                               | 289         | 176                | 1577                | 35          | 99        | 821          | VK 3                              | 1720   |
| 16   |             | Kupatilo (KAT)               | 24,0           | 3,38  | 10         | 155                                | 203         | 37                 | 395                 | 41          | 117       | 639          | R500                              | 938  |
|  |             | <b>Вкупно КАТ</b>            |                | <b>111</b>                                    | <b>315</b> | <b>5900</b>                        | <b>2897</b> | <b>1226</b>        | <b>10022</b>        | <b>32</b>   | <b>90</b> | <b>4457</b>  |                                   | <b>5565</b>  |
| <b>ПОТКРОВЈЕ</b>                               |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| 21   |             | SKALI (KAT/POTKROVJE)        | 20,0           | 12,25   | 38         | 444                                | 240         | 135                | 819                 | 22          | 67        | 490          | -                                 | -  |
| 22   |             | SPALNA SOBA (POTKROVJE)      | 20,0           | 20,15   | 50         | 1195                               | 322         | 222                | 1739                | 35          | 86        | 806          | VK 3                              | 933  |
| 23   |             | KUPATILO (SPALNA_ POTKROVJE) | 24,0           | 5,47  | 14         | 553                                | 290         | 60                 | 903                 | 66          | 165       | 219          | R500                              | 684  |
| 24   |             | GARDEROBER (POTKROVJE)       | -              | 4,58  | 11         |                                    | 41          | 50                 | 91                  | 8           | 20        | 46           | -                                 | -  |
| 25   |             | DETSKA SOBA 1 (POTKROVJE)    | 20,0           | 23,86   | 60         | 1120                               | 457         | 262                | 1840                | 31          | 77        | 954          | VK 3                              | 885  |
| 26   |             | DETSKA SOBA 2 (POTKROVJE)    | 20,0           | 18,37   | 46         | 939                                | 293         | 202                | 1435                | 31          | 78        | 735          | VK 3                              | 700  |
| 27   |             | Kupatilo (POTKROVJE)         | 24,0           | 4,44  | 11         | 240                                | 235         | 49                 | 524                 | 47          | 118       | 177          | R500                              | 346  |
| 28   |             | PERALNA (POTKROVJE)          | 20,0           | 3,62  | 9          | 327                                | 192         | 40                 | 559                 | 62          | 154       | 145          | R500                              | 414  |
|  |             | <b>Вкупно ПОТКРОВЈЕ</b>      |                | <b>93</b>                                     | <b>239</b> | <b>4819</b>                        | <b>2069</b> | <b>1020</b>        | <b>7909</b>         | <b>33</b>   | <b>85</b> | <b>3572</b>  |                                   | <b>3962</b>  |
|  |             | <b>Се вкупно НОВ ОБЈЕКТ</b>  |                | <b>204</b>                                    | <b>554</b> | <b>10719</b>                       | <b>4966</b> | <b>2246</b>        | <b>17931</b>        | <b>32</b>   | <b>88</b> | <b>8029</b>  |                                   | <b>9527</b>  |
| <b>СТАР ОБЈЕКТ</b>                             |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| <b>КАТ</b>                                     |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| 11   |             | VLEZ (KAT)                   | 20,0           | 20,24   | 57         |                                    |             |                    | 3724                | 65          |           |              | R500                              | 3724   |
| 12   |             | DNEVNA SOBA (KAT)            | 20,0           | 29,64   | 84         |                                    |             |                    | 5452                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 5452   |
| 13   |             | TRPEZARNA (KAT)              | 20,0           | 21,65   | 61         |                                    |             |                    | 3982                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 3982   |
| 14   |             | Kujna (KAT)                  | 20,0           | 20,54   | 58         |                                    |             |                    | 3777                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 3777   |
| 15   |             | RABOTNA SOBA (KAT)           | 20,0           | 15,98   | 45         |                                    |             |                    | 2940                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 2940   |
| 16   |             | Kupatilo (KAT)               | 24,0           | 3,38  | 10         |                                    |             |                    | 622                 | 65          |           |              | R500                              | 622  |
|  |             | <b>Вкупно КАТ</b>            |                | <b>111</b>                                    | <b>315</b> |                                    |             |                    | <b>20496</b>        |             |           |              |                                   | <b>20496</b>   |
| <b>ПОТКРОВЈЕ</b>                               |             |                              |                |   |            |                                    |             |                    |                     |             |           |              |                                   |  |
| 21   |             | SKALI (KAT/POTKROVJE)        | 20,0           | 12,25   | 38         |                                    |             |                    | 2445                | 65          |           |              | -                                 | 2445   |
| 22   |             | SPALNA SOBA (POTKROVJE)      | 20,0           | 20,15   | 50         |                                    |             |                    | 3274                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 3274   |
| 23   |             | KUPATILO (SPALNA_ POTKROVJE) | 24,0           | 5,47  | 14         |                                    |             |                    | 889                 | 65          |           |              | R500                              | 889  |
| 24   |             | GARDEROBER (POTKROVJE)       | -              | 4,58  | 11         |                                    |             |                    | 744                 | 65          |           |              | -                                 | 744  |
| 25   |             | DETSKA SOBA 1 (POTKROVJE)    | 20,0           | 23,86   | 60         |                                    |             |                    | 3877                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 3877   |
| 26   |             | DETSKA SOBA 2 (POTKROVJE)    | 20,0           | 18,37   | 46         |                                    |             |                    | 2984                | 65          |           |              | VK 3+1                            | 2984   |
| 27   |             | Kupatilo (POTKROVJE)         | 24,0           | 4,44  | 11         |                                    |             |                    | 721                 | 65          |           |              | R500                              | 721  |
| 28   |             | PERALNA (POTKROVJE)          | 20,0           | 3,62  | 9          |                                    |             |                    | 588                 | 65          |           |              | R500                              | 588  |
|  |             | <b>Вкупно ПОТКРОВЈЕ</b>      |                | <b>93</b>                                     | <b>239</b> |                                    |             |                    | <b>15523</b>        |             |           |              |                                   | <b>15523</b>   |
|  |             | <b>Се вкупно СТАР ОБЈЕКТ</b> |                | <b>204</b>                                    | <b>554</b> |                                    |             |                    | <b>36019</b>        |             |           |              |                                   | <b>36019</b>   |

## 2. ИНСТАЛАЦИИ, ОПРЕМА И ФУНКЦИОНИРАЊЕ

За двата видови објекти, разгледувани се инсталации со користење на истотипни инвертер чилерски постројки и различна внатрешна топлиноразменувачка опрема.

“НОВ ОБЈЕКТ”, се разгледува со користење на подни грејни панели и вентилатор конвектори, со троредни топлиноразменувачи (сл.1а), како дополнителни грејни тела. При тоа, може да се реализира двотемпературен режим (една температура за подното греење, а друга за дополнителниот вентилатор конвекторски систем).



Сл.1 – Вентилатор конвектор со еден (а) и со дополнителен (б) топлиноразменувач

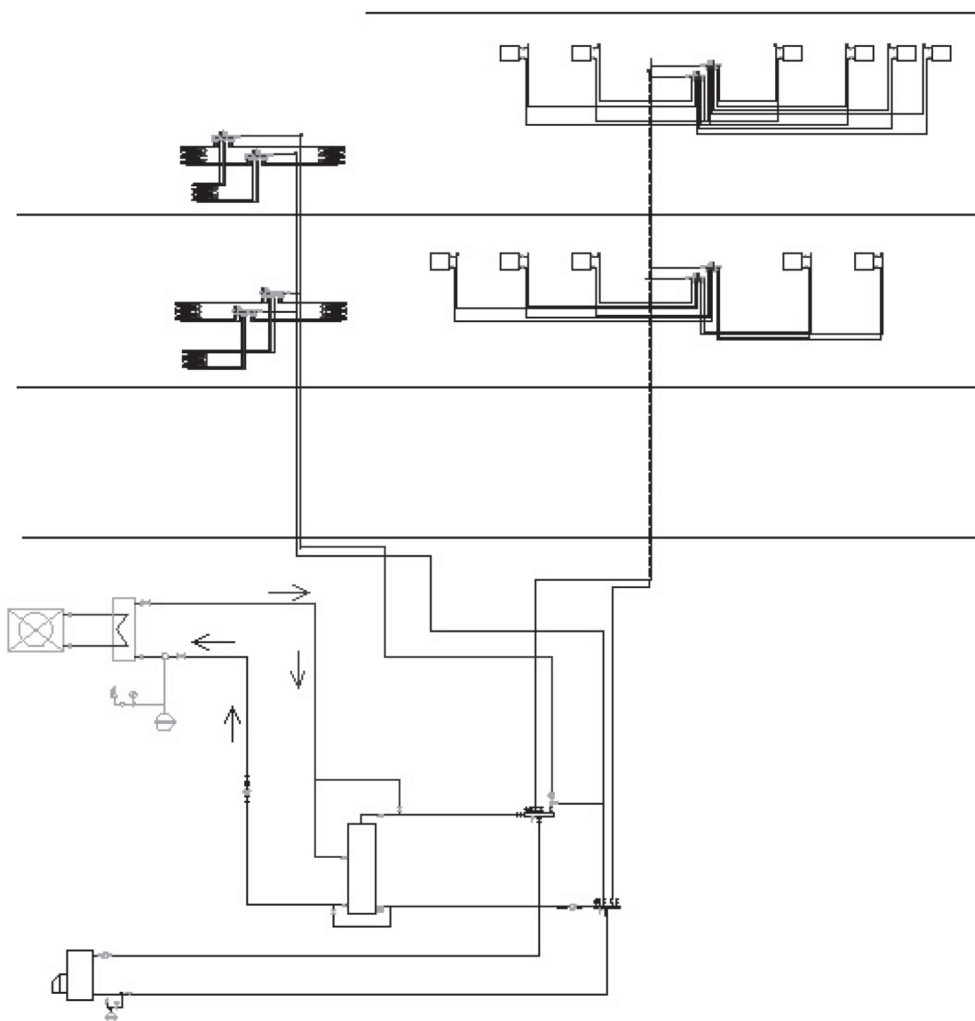
“СТАР ОБЈЕКТ”, се разгледува со користење на вентилатор конвектори, со троредни и со дополнителни едноредни топлиноразменувачи (Сл.1б). Поврзувањето со изворите на топлина, е со два различни циркулациони системи (како што е претставено на шемата – варијанта 2, Сл.3), при што, може да се реализира двотемпературен режим (една температура за вентилатор конвекторскиот систем, со троредните топлиноразменувачи, а друга за вентилатор конвекторите, со дополнителни едноредни топлиноразменувачи). На ваков начин, во голем дел од грејната сезона, може да се користи системот поврзан со чилерската постројка, а при пониски надворешни температури, да се користи и дополнителниот топлиноразменувач. При тоа не се исклучува можноста за работа на системот, само со дополнителниот топлински извор (пр. котел).

### Каталожки податоци за чилерска постројка

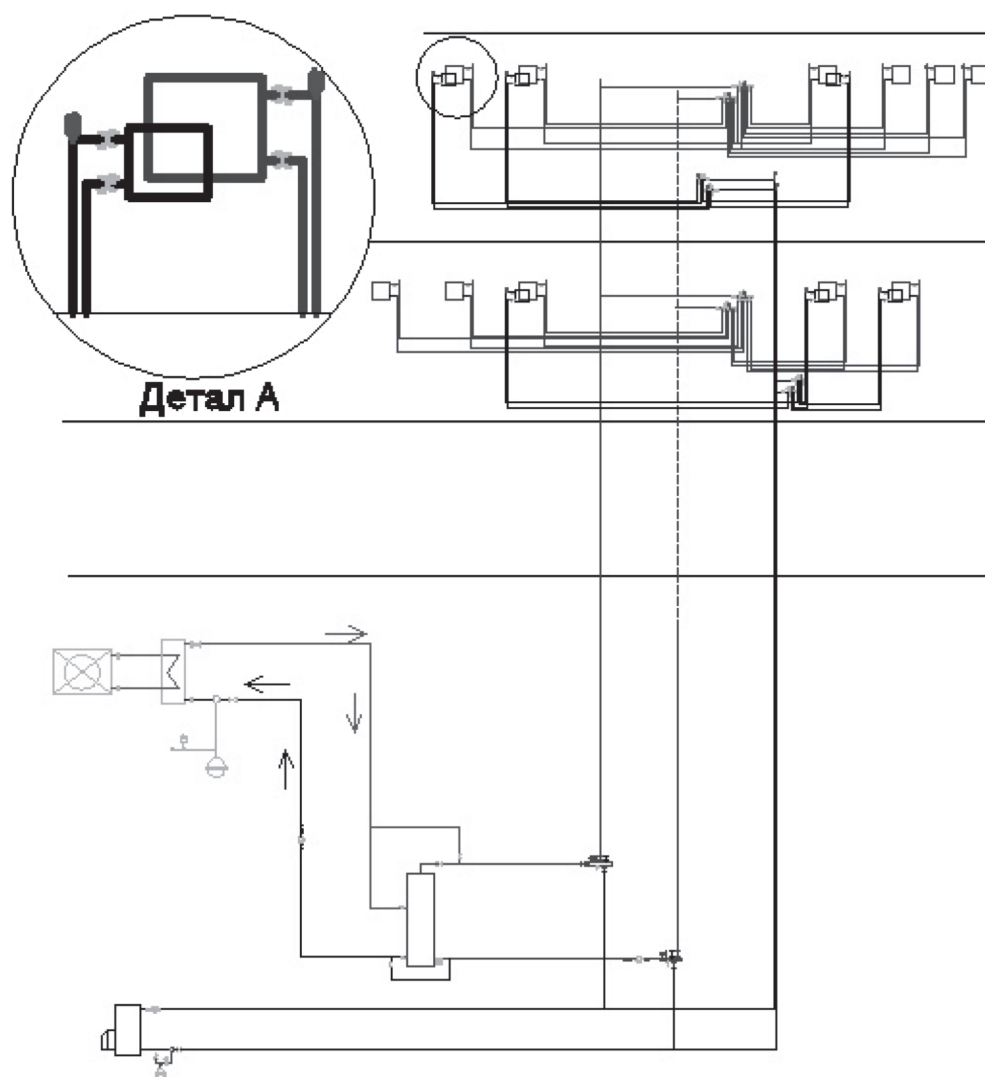
Земани се карактеристики на еден модел на чилерска постројка (Табела 2).

Табела 2 - Каталожки податоци за чилерска постројка

| DB/WB        | IN/OUT water | Capacity    | Unit | Model tip xx |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| 7°C/6°C      | 36°C/41°C    | Heating     | kW   | 19,1         |
|              |              | Power input | kW   | 5,1          |
|              | 50°C/60°C    | Heating     | kW   | 19,8         |
|              |              | Power input | kW   | 6,5          |
| '-12°C/-14°C | 36°C/41°C    | Heating     | kW   | 11,8         |
|              |              | Power input | kW   | 4,7          |
|              | 50°C/60°C    | Heating     | kW   | 12,8         |
|              |              | Power input | kW   | 6,4          |
| '-20°C/-°C   | 36°C/41°C    | Heating     | kW   | 10,3         |
|              |              | Power input | kW   | 4,6          |
|              | 50°C/55°C    | Heating     | kW   | 10,8         |
|              |              | Power input | kW   | 5,8          |
| '-25°C/-°C   | 36°C/41°C    | Heating     | kW   | 8,9          |
|              |              | Power input | kW   | 4,3          |
|              | 50°C/55°C    | Heating     | kW   | 9,5          |
|              |              | Power input | kW   | 5,9          |
| 35°C/---     | 12°C/7°C     | Cooling     | kW   | 14,2         |
|              |              | Power input | kW   | 5,2          |



Сл.2 – Шема на поврзување на инсталација – Варијанта 1



Сл.3 – Шема на поврзување на инсталација – Варијанта 2

**Податоци за грејни тела.**

Податоци за карактеристики на грејните тела (за различни услови), вообичаено се наведуваат во комерцијално-техничка каталожка документација. Воедно, кога нема подетални каталожки податоци, за проценка на топлинскиот капацитет на грејните тела, при други услови од наведените како каталожки податоци, може да се користи приближна проценка.

$$q_1 = q_0 \left( \frac{\Delta t_1}{\Delta t_0} \right)^{1+n}$$

каде :

- $q_0$  - топлински капацитет на грејно тело, наведен како каталожки податок,
- $q_1$  - топлинскиот капацитет на грејно тело, при други услови,
- $\Delta t_1$  - температурна разлика, при други услови,
- $\Delta t_0$  - температурна разлика, кај каталожки услови.

Табела 3 - Вредности на експонент  $n$

|   | $n$       |
|---|-----------|
| Членкести грејни тела со приклучок горе | 0,33      |
| Членкести грејни тела со приклучок доле | 0,40      |
| Конвектори                              | 0,30      |
| Грејни цевки                            | 0,33      |
| Оребрени цевки                          | 0,25-0,33 |

**3. СПОРЕДБЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА “НОВ” И “СТАР” ОБЈЕКТ**

За споредба на показателите кај инсталациите од “нов” и “стар” објект, направени се пресметки, со земање во предвид на карактеристиките на објектите, со користење на истотипна чилерска постројка, при различни метеоролошки (температурни) услови.

Резултатите се претставени во табела (Таб.4).

**Метеоролошки податоци,** земани се за локација на Скопје [5]:

- Надворешна температура, [°C]
- Времетраење на температури во број на часови годишно, [h/год]
- Кумулативно времетраење на температури во број на часови годишно, [h/год]

**Карактеристични проценети податоци за чилерска постројка**

Врз основа на наведените карактеристики на чилерска постројка, направена е проценка на карактеристиките, при различни надворешни температури, како и времетраење на оптоварувањата при различните надворешни температури (Таб.4).

Во Табелата се наведени :

- Расположив топлински капацитет на чилер за тековна надворешна темп., [kW]
- Снага на компресор од чилер за тековна надворешна температура, [kWe]

**“НОВ ОБЈЕКТ”**

- Потребен вкупен топлински капацитет за тековна надворешна температура, [kW]
- Потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надворешна температура, [kW]
- Потрошувачка на топлинска енергија за потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надв. темп., [kWh/год]
- Времетраење на работа на чилер за тековни температури во број на часови годишно, [h/год]
- Потрошувачка на ел. енергија за работа на компресор од чилер, [kWh/год]

**“СТАР ОБЈЕКТ”**

- Потребен вкупен топлински капацитет за тековна надворешна температура, [kW]
- Времетраење на работа на чилер за тековни температури во број на часови годишно, [h/god]
- Потрошувачка на ел. енергија за работа на компресор од чилер [kWh/год]

- Потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надворешна температура, [kW]
- Потрошувачка на топлинска енергија за потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надв. темп., [kWh/год]
- Потрошувачка на ел. енергија со систем со ел.котел, [kWh/год]
- Потрошувачка на ел. енергија со систем со ел.котел, [kWh/год]

Табела 4 – Карактеристични споредбени податоци за различните системи

| Метеоролошки податоци | Карактеристични податоци |       |       |       | НОВ ОБЈЕКТ  |  |   |  |         |  | СТАР ОБЈЕКТ |       |   |  |  |  |
|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|---|--|---|--|---------|--|-------------|-------|---|--|--|--|
|                       | °C                       | h/год | h/год | h/год | Расположив топлински капацитет на чилер за тековна надворешна температура | Чила на компресор од чилер за тековна надворешна температура | Потребен вкупен топлински капацитет за тековна надворешна температура | Времетраење на работа на чилер за тековна надворешна температура | cas/год | Потрошувачка на ел. енергија за работа на компресор од чилер | kWh/год     | kW    | Потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надворешна температура | Потрошувачка на топлинска енергија за потребен дополнителен топлински капацитет за тековна надв. темп. | Потрошувачка на ел. енергија со систем со ел.котел |  |
| 25                    | 0,00                     | 0     | 9,5   | 21,49 | 4,3   | 12,0   | 0   | 0  | 0,00    | 0  | 21,7        | 43,14 | 0   | 0  | 0  |  |
| -24                   | 0,00                     | 0     | 9,8   | 21,01 | 4,4   | 11,3   | 0   | 0  | 0,00    | 0  | 21,2        | 42,18 | 0   | 0  | 0  |  |
| -23                   | 0,05                     | 0,05  | 10,0  | 20,53 | 4,4   | 10,5   | 1   | 1  | 0,05    | 0  | 20,2        | 41,23 | 0   | 1  | 2  |  |
| -22                   | 0,22                     | 0,27  | 10,3  | 20,06 | 4,5   | 9,8  | 2   | 4  | 0,22    | 1  | 19,2        | 40,27 | 1   | 4  | 9  |  |
| -21                   | 0,71                     | 1     | 10,5  | 19,58 | 4,5   | 9,0  | 6   | 14   | 0,71    | 3  | 18,2        | 39,31 | 3   | 14   | 28   |  |
| -20                   | 0,93                     | 2     | 10,8  | 19,10 | 4,6   | 8,3  | 8   | 18   | 0,93    | 4  | 17,2        | 38,35 | 4   | 18   | 36   |  |
| -19                   | 1,04                     | 3     | 11,1  | 18,62 | 4,6   | 7,6  | 8   | 19   | 1,04    | 5  | 16,2        | 37,39 | 5   | 19   | 39   |  |
| -18                   | 1,64                     | 5     | 11,3  | 18,15 | 4,6   | 6,8  | 11  | 30   | 1,64    | 8  | 15,2        | 36,43 | 8   | 30   | 60   |  |
| -17                   | 3,17                     | 8     | 11,6  | 17,67 | 4,6   | 6,1  | 19  | 56   | 3,17    | 15   | 14,2        | 35,47 | 15  | 56   | 112  |  |
| -16                   | 5,70                     | 13    | 11,8  | 17,19 | 4,7   | 5,4  | 31  | 98   | 5,70    | 27   | 13,2        | 34,51 | 27  | 98   | 197  |  |
| -15                   | 6,00                     | 19    | 12,1  | 16,71 | 4,7   | 4,7  | 28  | 100  | 6,00    | 28   | 12,2        | 33,56 | 28  | 100  | 201  |  |
| -14                   | 7,04                     | 26    | 12,3  | 16,24 | 4,7   | 3,9  | 28  | 114  | 7,04    | 33   | 11,2        | 32,60 | 33  | 114  | 230  |  |
| -13                   | 8,02                     | 35    | 12,6  | 15,76 | 4,7   | 3,2  | 26  | 126  | 8,02    | 38   | 10,2        | 31,64 | 38  | 126  | 254  |  |
| -12                   | 8,81                     | 43    | 12,8  | 15,28 | 4,7   | 2,5  | 22  | 135  | 8,81    | 41   | 9,2         | 30,68 | 41  | 135  | 270  |  |
| -11                   | 12,66                    | 56    | 13,2  | 14,80 | 4,7   | 1,6  | 21  | 187  | 12,66   | 60   | 8,2         | 29,72 | 60  | 187  | 376  |  |
| -10                   | 16,35                    | 72    | 13,5  | 14,33 | 4,7   | 0,8  | 13  | 234  | 16,35   | 78   | 7,2         | 28,76 | 78  | 234  | 470  |  |
| -9                    | 21,56                    | 94    | 13,9  | 13,85 | 4,8   | 102  | 299   | 299  | 21,56   | 102  | 6,2         | 27,80 | 102   | 299  | 599  |  |
| -8                    | 28,46                    | 122   | 14,3  | 13,37 | 4,8   | 128  | 381   | 381  | 26,84   | 136  | 5,2         | 26,84 | 136   | 381  | 764  |  |
| -7                    | 45,58                    | 168   | 14,6  | 12,89 | 4,8   | 193  | 588   | 588  | 45,58   | 219  | 4,2         | 25,89 | 219   | 588  | 1180   |  |
| -6                    | 54,28                    | 222   | 15,0  | 12,42 | 4,8   | 217  | 674   | 674  | 54,28   | 262  | 3,2         | 24,93 | 262   | 674  | 1353   |  |
| -5                    | 74,09                    | 296   | 15,4  | 11,94 | 4,8   | 279  | 885   | 885  | 74,09   | 359  | 2,2         | 23,97 | 359   | 885  | 1776   |  |
| -4                    | 93,44                    | 390   | 15,7  | 11,46 | 4,9   | 331  | 1071  | 1071   | 93,44   | 455  | 1,2         | 23,01 | 455   | 1071   | 2150   |  |
| -3                    | 116,07                   | 506   | 16,1  | 10,98 | 4,9   | 387  | 1275  | 1275   | 116,07  | 568  | 0,2         | 22,05 | 568   | 1275   | 2559   |  |
| -2                    | 150,70                   | 657   | 16,5  | 10,51 | 4,9   | 472  | 1583  | 1583   | 150,70  | 740  | 0,2         | 21,09 | 740   | 1583   | 3179   |  |
| -1                    | 179,76                   | 836   | 16,9  | 10,03 | 4,9   | 528  | 1803  | 1803   | 179,76  | 887  | 0,2         | 20,13 | 887   | 1817   | 3619   |  |
| 0                     | 199,50                   | 1036  | 17,2  | 9,55  | 5,0   | 548  | 1905  | 1905   | 199,50  | 988  | 0,2         | 19,17 | 988   | 1920   | 3825   |  |
| 1                     | 219,23                   | 1255  | 17,6  | 9,07  | 5,0   | 562  | 1989  | 1989   | 219,23  | 1090   | 0,2         | 18,22 | 1090  | 1920   | 3993   |  |
| 2                     | 249,19                   | 1504  | 18,0  | 8,60  | 5,0   | 596  | 2142  | 2142   | 249,19  | 1196   | 0,2         | 17,26 | 1196  | 2004   | 4300   |  |
| 3                     | 258,93                   | 1763  | 18,3  | 8,12  | 5,0   | 575  | 2102  | 2102   | 258,93  | 1155   | 0,2         | 16,30 | 1155  | 2004   | 4220   |  |
| 4                     | 289,64                   | 2053  | 18,7  | 7,64  | 5,0   | 566  | 2213  | 2213   | 289,64  | 1197   | 0,2         | 15,34 | 1197  | 2004   | 4443   |  |
| 5                     | 258,88                   | 2312  | 19,1  | 7,16  | 5,1   | 492  | 1854  | 1854   | 258,88  | 928  | 0,2         | 14,38 | 928   | 3723   | 4443   |  |
| 6                     | 262,32                   | 2574  | 19,4  | 6,69  | 5,1   | 458  | 1754  | 1754   | 262,32  | 908  | 0,2         | 13,42 | 908   | 3521   | 3723   |  |
| 7                     | 284,94                   | 2859  | 19,8  | 6,21  | 5,1   | 456  | 1769  | 1769   | 284,94  | 915  | 0,2         | 12,46 | 915   | 3551   | 3551   |  |
| 8                     | 261,50                   | 3120  | 20,2  | 5,73  | 5,1   | 380  | 1498  | 1498   | 261,50  | 764  | 0,2         | 11,50 | 764   | 3008   | 3008   |  |
| 9                     | 270,45                   | 3391  | 20,5  | 5,25  | 5,2   | 356  | 1421  | 1421   | 270,45  | 714  | 0,2         | 10,55 | 714   | 2852   | 2852   |  |
| 10                    | 282,79                   | 3674  | 20,9  | 4,78  | 5,2   | 334  | 1350  | 1350   | 282,79  | 670  | 0,2         | 9,59  | 670   | 2711   | 2711   |  |
| 11                    | 284,97                   | 3959  | 21,3  | 4,30  | 5,2   | 288  | 1225  | 1225   | 284,97  | 599  | 0,2         | 8,63  | 599   | 2459   | 2459   |  |
| 12                    | 290,51                   | 4249  | 21,6  | 3,82  | 5,2   | 267  | 1110  | 1110   | 290,51  | 556  | 0,2         | 7,67  | 556   | 2228   | 2228   |  |
| Вкупно годишно:       | 4249                     | 4249  | 21,6  | 3,82  | 5,2   | 8893   | 223   | 32025  | 1110    | 15800  | 13694       | 64299 | 13694   | 64299  |  |  |

#### 4. ЗАКЛУЧОК

На примерите за истотипни објекти од понов и од постар датум, разгледувани се две варијанти на инсталации, со користење на топлински пумпи, вентилатор конвектори, подни панели.

Кај објекти од постар датум, можно е рационално решение, со примена на втората варијанта.

Во вакви случаи, снабдувањето на објектот со топлинска енергија, во голем дел од грејниот период, е со користење на чилерска постројка, а само при ниски надворешни температури, се вклучува системот со дополнителните топлоразменувачи, при што со дополнителната постројка (пример – котел), може да се обезбеди повисока температура на грејната вода.

Со оглед дека температурата на грејната вода од чилерската постројка е лимитирана, со дополнителните топлиноразменувачи, се врши догревање на воздухот на излез од вентилатор конвекторот, со што покрај зголемениот топлински капацитет, може да има и повисоката температура на воздухот на излез од вентилатор конвекторот.

Со разгледуваниот систем, може да се реализираат одредени заштеди на енергија, во однос на вообичаени системи за греење.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стамов С., *Справочник по отопление, климатизација и охладжана* Част II - Отопление, тепло и газоснабдяване, Изд. Техника, София 2001
- [2] Todorović B., *Projektovanje postrojenja za centralno grejanje*, Mašinski fakultet, Beograd, 1996
- [3] Recknagel/Sprenger, *Grejanje + Klimatizaciju*, Građevinska knjiga, Beograd, 1982
- [4] Тромбев Ѓ., Маркоски А., Томбева-Гаврилоска А., *Надворешни проектни температури за локации во РМ спрема услови од МКС EN 12831 на база на јавно достапни податоци*, Земак, Охрид 2012
- [5] Тромбев Ѓ., Томбева-Гаврилоска А., Мијаковски В., *Времетраење на отоварувања за Скопје-Петровец врз база на јавно достапни извори на податоци*, Земак, Охрид 2018 (во припрема)
- [6] Техничко комерцијални каталожки податоци од различна опрема