

ПРИМЕНА ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ ВАЗДУХ-ВОДА ПРИ ЕНЕРГЕТСКОЈ САНАЦИЈИ И РЕКОНСТРУКЦИЈИ ОСНОВНЕ ШКОЛЕ „АЛЕКСА ШАНТИЋ“ У ГАЈДОБРИ

APPLICATION OF THE AIR-WATER HEAT PUMP DURING THE ENERGY REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF THE ELEMENTARY SCHOOL "ALEKSA ŠANTIĆ" IN GAJDOBRA

Стефан Јовановић, Мирослав Кљајић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област- МАШИНСТВО

Кратак садржај– Мастер радом је обухваћен теориски део за радијаторско грејање, подно грејање, топлотна пумпа и котао на пелет. Урађена су два техничка решења за потребе грејање основне школе Алекса Шантић у Гајдобри. Прво техничко решење које је постојеће се састоји од радијаторско грејања са топлотним извором котао на пелет. Друго техничко решење је подно грејање са избором топлотна пумпа. Циљ мастер рада је доказивање унапређење постојећег систем, и доказ бољег и квалитетнијег решења.

Кључне речи: радијаторско и подно грејање, топлотна пумпа, котао на пелет.

Abstract - The master thesis includes the theoretical part for radiator heating, underfloor heating, heat pump and pellet boiler. Two technical solutions were made for the heating needs of the Aleksa Šantić elementary school in Gajdobra. The first existing technical solution consists of radiator heating with a pellet boiler heat source. Another technical solution is underfloor heating with the option of a heat pump. The goal of the master thesis is to prove the improvement of the existing system, and to prove a better and better solution.

Keywords: Radiator and underfloor heating, heat pump, pellet boiler

1. УВОД

Предмет мастер рада је енергетска санација, адаптација и реконструкција Основне школе „Алекса Шантић“ у Гајдобри. Унапређење система грејања како би се спроведеним мерама обезбедили оптимални услови за боравак корисника, повећан комфор али и енергетске и економске уштеде.

У Основној школи „Алекса Шантић“ тренутна инсталација грејања је радијаторски двоцевни систем, где је извор енергије котао на пелет топлотног капацитета 200кW. Потребно је променити целу инсталацију грејања на подно грејање чији ће извор бити топлотна пумпа ваздух-вода.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био ванр. проф. мр Мирослав Кљајић

2. ГРЕЈНА ТЕЛА

Грејна тела представљају један од основних елемената постројења за системе грејања. Задатак грејног тела је да просторији преда одређену количину топлоте, која је једнака тренутним губицима топлоте. Топлота која се производи у котлу, системом цеви се разводи до просторија, а грејно тело затим доведено топлоту предаје просторији.

Подно грејање су грејна тела састављена од неоребрених цевних змија, које се постављају у грађевинску конструкцију просторије. Цеви се могу поставити слободно у подној плочи (око њих је мањи слој ваздуха који се згрева) или уливане у бетон. Уколико се цеви панела уливају у бетон важно је да коефицијент температурног ширења цеви и бетона буде приближно исти, како не би долазило до пуцања грађевинске конструкције и самих цеви.

Цеви од којих се израђује подно грејање могу бити пластичне (полетиленске, полипропиленске...) или мешавине пластике са другим материјалима.

3. СИСТЕМИ ГРЕЈАЊА

3.1. Котао на пелет

Котао на пелет (слика 1) је врста котла на чврсто гориво који користи пелете као гориво за производњу топлоте. Пелет је производ добијен пресовањем струготине и пиљевине сувог, висококалоричног дрвета. Пиљевина и струготина се подвргавају високом притиску где се услед тога загревају и стварају природно везиво. Приликом пресовања нису дозвољена додатна везива. Као чист производ биомасе пелет је CO₂ неутралан, тј. не доприноси ефекту стаклене баште. Дрво као основни састојак пелета је обновљив извор енергије и гориво будућности. Просечна димензија пелета која се користи је пречника 6 мм максималне дужине 25мм, у супротном може доћи до проблема у раду пећи. Квалитет пелета дефинисан је стандардом ДИН 51731.. Ови котлови постају све популарнији због

еколошке прихватљивости, лакоће коришћења и високог степена искоришћења енергије.



Слика 1- Котао на pellet[1]

3.2 Топлотне пумпе

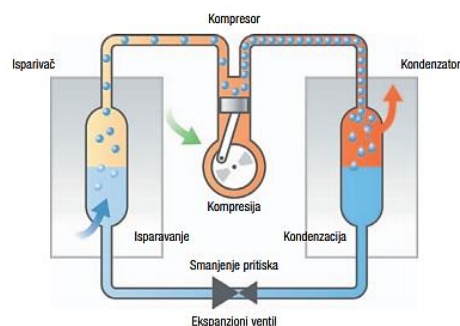
Принцип рада топлотне пумпе је врло једноставан и огледа се у коришћењу топлотне енергије из околине. Уз помоћ топлотне пумпе топлота из околине се подиже на жељени ниво довољан за потребе система грејања или хлађења. Систем грејања топлотним пумпама се састоји од извора топлотне енергије (вода, земља, ваздух), саме топлотне пумпе, система за дистрибуирање и чување топлотне енергије. Топлотне пумпе називамо обрнути фрижидер то јест замрзивач пошто се састоји из истих елемената (Слика 2).

□ Испаривач је измењивач топлоте са задатком размене топлотне енергије. Кроз испаривач протиче расхладни флуид (амонијак, фреон) под ниским притиском и са ниском температуром. Расхладни флуид преузима топлоту из окружења (извора топлоте) и тада испарава.

□ Компресор усисава парну фазу расхладног медијума из испаривача и компресијом повећава му притисак и температуру. Компресор као извор енергије користи електричну енергију. Загрејан расхладни флуид у гасовитом стању одлази у кондезатор.

□ У кондезатору топлотна енергија загрејаног расхладног флуида се предаје на хладнији медијум за пренос топлоте (нпр. воду за грејање). Расхладни флуид предајом своје топлотне енергије се кондензује а притисак остаје константан.

□ Експанзиони вентил смањује висок притисак који је остварио компресор, и на тај начин спушта температуру средства за хлађење испод температуре извора топлоте, како би кружни процес могао поново да буде успостављен. Расхладни флуид прелази у гасовито стање и улази назад у испаривач



Слика 2: Елементи топлотне пумпе [2]

4. ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА ТЕРМОМАШИНСКИХ ИНСТАЛАЦИЈА ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

4.1.1. Техничко решење радијаторско грејање и котао на pellet

□ Котларница

За предметни објекат, предвиђена је уградња котла на pellet, топлотног капацитета 200 kW у температурном режиму 80/60°C, при спољашњој температури (-14.8°C). Топла вода се од котла води до сабирника/разделника топле воде DN125, L=1200mm, при чему је циркулација воде обезбеђена преко циркулационе пумпе. На разделнику су предвиђена 2 прикључка за грејне кругове. Први грејни круг предвиђен је за објекат школе, док је други намењен суседбом објекту у школском дворишту (који није предмет мастер рада). За сваки грејни круг предвиђена је уградња циркулационе пумпе са фреквентном регулацијом, произвођача GRUNDFOS (детаљније у нумеричкој и графичкој документацији). Циркулациона пумпа на потисним гранама је предвиђена за савладавање отпора у цевној мрежи и на радијаторима који су предвиђени да се поставе по просторијама објекта.

Котао на pellet представља основни извор топлотне енергије. У котларници се поред котла налазе и неповратни вентил, сигурносни вентил са опругом притиска активације 3,0 бар, акумулатор топлоте, експанзиона посуда, разделник и сабирник као и остала запорна арматура. Предвиђено је да се на котао прикључи радијаторска инсталација школе. □

Радијатори који се уграђују су алуминијумски радијатори „GLOBAL“. Цевни развод радијаторске мреже изводи се од челичних цеви до сваког уређаја. За савладавање отпора у цевној мрежи предвиђена је уградња циркулационе пумпе произвођача GRUNDFOS, тип MAGNA 3 65-40F техничких карактеристика дефинисаних нумеричком и графичком документацијом.

Грејна тела снабдевана су радијаторским вентилима са могућношћу предрегулације и затварајућим навијком за двоцевни систем грејања, са одзрачним вентилићем и испушном славиницом. Радијаторски вентили и навијци су димензије ДН15. Радијатори се постављају углавном испод прозора, на ногаре односно по потреби на конзоле.

Радијатори су повезани у двоцевни систем грејања. Одзрачивање инсталације је централно преко централних одзрачних посуда, аутоматских одзрачних вентила у подстаници и помоћу одзрачних ручних вентила на самим радијаторима.

Табела 4- Приказ губитака топлоте и одабир грејних тела

ПРОРАЧУН ГРЕЈНИХ/РАСКЛАДНИХ ТЕЛА							
Редни број	Назив просторије	Унут. тем. п.	Потребно за грејање	Карактеристике грејног тела			Стварно инсталисана грејна снага
		°C		Тип јединице	Грејна снага	Број јединица	
			W	GLOBAL VOX	W	ком	W
ШКОЛА - ПРИЗЕМЉЕ							
1	ХОДНИК	20	1255 8.48	VOX 600	190 0	7	14760
2	НИЖИ РАЗРЕД	20	4703. 40	VOX 600	175 2	3	5256
3	ИСТОРИЈА	20	5452. 32	VOX 600	146 0	4	5840
4	ПРИПРЕМА	20	1138. 56	VOX 600	146 0	1	1460
5	ФИСКУЛТУРНА САЛА	20	1312 9.23	VOX 600	219 0	7	15330
6	МУШКА СВЛАЧИОНИЦА	20	4284. 70	VOX 600	219 0	2	4380
7	ЖЕНСКА СВЛАЧИОНИЦА	20	2575. 71	VOX 600	219 0	1	2190
8	НЕМАЧКИ/ЕНЕГЛЕСКИ	20	5417. 92	VOX 600	219 0	3	6570
9	МУШКИ ТОАЛЕТ	15	2890. 65	VOX 608	292 0	1	2920
10	ТОАЛЕТ ПРОФЕСОРИ	15	3120. 45	VOX 600	177 1	5	8855
СПРАТ							
1	ДИРЕКТОР	20	1938. 15	VOX 600	146 0	2	2920
2	РАЧУНОВОДСТВО	20	1211. 00	VOX 600	146 0	1	1460
3	ПЕДАГОГ	20	1204. 88	VOX 600	146 0	1	1460
4	ЗБОРНИЦА	20	2619. 51	VOX 600	146 0	2	2920
5	СРПСКИ	20	5600. 76	VOX 600	146 0	4	5840
6	БИБЛИОТЕКА	20	2043. 48	VOX 600	146 0	2	2920
7	МАТЕМАТИКА	20	4516. 61	VOX 600	175 2	3	5256
8	ПРИПРЕМА	20	1499. 86	VOX 600	175 2	1	1752
9	ИНФОРМАТИКА	20	5826. 91	VOX 600	175 2	4	7008
10	ФИЗИКА	20	4397. 31	VOX 600	175 2	3	5256
11	БИОЛОГИЈА	20	5548. 57	VOX 600	175 2	3	5256

12	ТОАЛЕТ ЗА ИНВАЛИДЕ	15	999.1 2	VOX 600	146 0	1	1460
13	ЖЕНСКИ ТОАЛЕТ	15	3226. 41	VOX 600	175 2	2	3504
14	ХОДНИК	20	1362 9.74	VOX 600	221 4	4	8856
ПОДРУМ							
1	ХОДНИК	20	1350. 00	VOX 600	146 0	1	1460
2	ТРПЕЗАРИЈА	20	2674. 97	VOX 600	146 0	3	4380
4	ТРПЕЗАРИЈА	20	1881. 14	VOX 600	146 0	2	2920
5	КУХИЊА	18	3991. 87	VOX 600	219 0	2	4380

4.1.2. Техничко решење подно грејање и топлотна пумпа

Топлотна пумпа

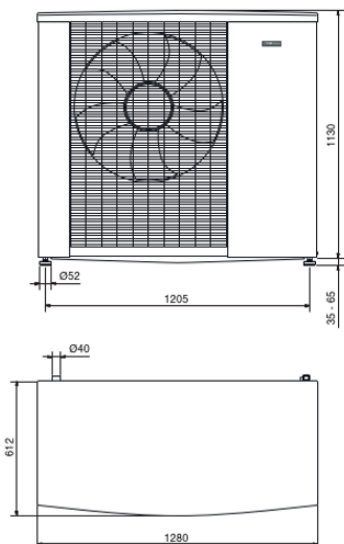
На основу прорачуна топлотних губитака просторија извршено је димензионисања генератора топлоте, на основу кога је одабрано решење са 12 каскадно везаних топлотних пумпи укупног топлотног капацитета 192 kW. На основу тога је извршен избор одговарајуће топлотне пумпе реномираног произвођача NIBE, Шведска.

Техничке карактеристике топлотне пумпе ваздух/вода

- ☐ Једносементна топлотна пумпа капацитета 16kW грејања са инвертерским компресором
- ☐ ЦОП=3,1
- ☐ Напон напајања 400 V; 3 Ph; 50 Hz.
- ☐ Максимална температура полазне воде 65°C
- ☐ Максимална спољна температура за рад топлотне пумпе износи -25 °C при којој максимална излазна температура воде износи 63 °C
- ☐ Димензије: 1165 x 612 x 1280 mm
- ☐ Тежина: 160kg
- ☐ Ниво буке: 39 dB на 2m растојања
- ☐ Средство за хлађење: фреон R410A (максимално 3 kg)

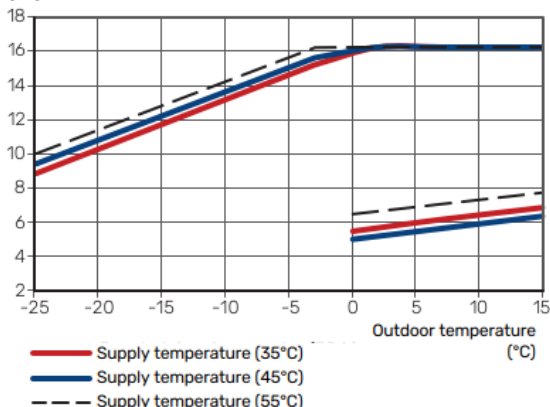
Из топлотне пумпе вода се транспортује преко акумулатора топлоте цевима до потрошача, односно грејних тела (фан цоил). За обезбеђење пројектованих протока и уравнотежавање цевне мреже, на разделнику топле воде на страни топлотних пумпи предвиђена је уградња циркулационе пумпе.

За развод топле воде од топлотне пумпе до котларнице користе се полиетиленске цеви PEHD SDR17,5 а до котларнице грејних тела, користе се црне челичне шавне цеви. На највишим тачкама инсталације предвиђени су одзрачни лончићи ради елиминисања ваздуха из инсталације. Са истим циљем, сва хоризонтална цевна мрежа предвиђена је под успоном од 0,3% ка одзрачним судовима. За компензацију топлотног ширења воде у инсталацији, предвиђена је затворена експанзиона посуда са мембраном, произвођача елби ERCE.

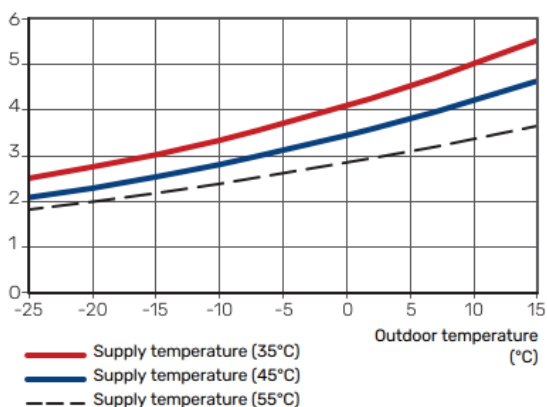


F2120-20

Heating capacity
(kW)



COP



Слика 3: Техничке карактеристике
топлотне пумпе [3]

5. Закључак

Годишња потрошња електричне енергије за топлотну пумпу ваздух-вода снаге 200 kW, која ради 16 сати дневно на 60% капацитета током грејне сезоне (180

дана), износи око 115.200 kWh. При просечној цени од 10 RSD по kWh, годишњи трошкови за електричну енергију би били око 1.152.000 RSD.

5.2.3. Време отплате

Да бисмо израчунали за колико година ће се исплатити замена котла на пелет са топлотном пумпом, користићемо следећу формулу:

Време отплате=(Инвестиција у топлотну пумпу)/(Годишња уштеда)

Подаци:

Инвестиција у топлотну пумпу: 7.732.394 RSD

Годишњи трошкови топлотне пумпе: 1.152.000 RSD

Годишњи трошкови котла на пелет: 2.540.700 RSD

Годишња уштеда:

Годишња уштеда је разлика између годишњих трошкова котла на пелет и топлотне пумпе:

Годишња уштеда=2.540.700 RSD – 1.152.000 RSD = 1.388.700 RSD

Време отплате:

Време отплате=(7.732.394 RSD)/(1.388.700 RSD)≈5,57 година

Подно грејање са топлотном пумпом ваздух-вода је енергетски ефикасније од радијаторског грејања са котлом на пелет. Топлотна пумпа користи мање енергије за производњу исте количине топлоте, посебно у комбинацији са подним грејањем које ради на нижим температурама. Овај систем је такође исплативији на дугорочном нивоу, са нижим оперативним трошковима и већом еколошком одрживошћу.

6. Литература

[1] – Котао на пелет доступно на: <https://www.termokonvoj.com/proizvod/kombinovani-kotao-drva-ugalj-pelet-mareli-pelet-set-25kw/>

[2] – Топлотна пумпа доступна на: <https://www.gruppomelina.it/impianti-geotermici-pompe-di-calore.html>

[3] – Технички лист топлотне пумпе доступно на: <https://www.etaz.rs/toplotne-pumpe-vazduh-voda>

Кратка биографија:



Стефан Јовановић, рођен у Шапцу, 18.07.1995. године.
Факултет техничких наука, Нови Сад
Машинство - Енергетика и процесна техника
Основне студије завршио 2019. године
Email: resolve.ns@gmail.com