

ŠOLSKI CENTER CELJE

**SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, MEHATONIKO IN
MEDIJE**

RAZISKOVALNA NALOGA

**MERJENJE ZMOGLJIVOSTI
TOPLOTNE ČRPALKE ZA
SEGREVANJE SANITARNE VODE**

Avtorji:

Primož VRANIČ, S-4.a

Nejc KORENT, S-4.a

Klemen VASLE, S-4.a

Mentorja:

Jože PREZELJ, uni. dipl. inž.

Franc MAROVT, uni. dipl. inž.

Celje, marec 2014

Zahvala

Zahvaljujemo se šolskemu mentorju Jožetu Prezlju, ker nam je dal idejo za izdelavo te raziskovalne naloge in nas vseskozi spodbujal. Prav tako se zahvaljujemo podjetju Termo-tehnika, ker so nam omogočili narediti meritve v testni komori. Še posebej se zahvaljujemo Franciju Marovtu in Nejcu Kosedarju za potrpežljivo delo in pomoč pri izvedbi meritev in izračunov ter za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge.

KAZALO

KAZALO	1
KAZALO TABEL.....	2
KAZALO GRAFOV	2
KAZALO SLIK.....	3
SEZNAM PRILOG	3
HIPOTEZE	5
1 TOPLOTNA ČRPALKA HTE 03 HP DW-7	6
2 OPIS NAPRAVE.....	7
2.1 Ogrevalnik sanitarne vode	7
2.2 Dodatni električni grelec	7
3 ZAŠČITA IN VAROVANJE TOPLOTNE ČRPALKE	8
3.1 Proti-zamrzovalno tipalo	8
3.2 Varnostni in delavni termostat električnega grelca	8
3.3 Nadzor temperature vode v bojlerju	8
3.4 Visokotlačna zaščita hladilnega sistema.....	8
4 OPIS DELOVANJA	9
4.1 Princip delovanja toplotne črpalke	9
5 IZRAČUN GRELNEGA ŠTEVILA	10
6 POSTOPEK MERITEV	12
7 NAVODILA MERITEV.....	15
8 MERITVE IN GRAFI	16
8.1 Meritev 1.....	16
8.2 Meritev 2.....	19
8.3 Meritev 3.....	22
8.4 Meritev 4.....	25
8.5 Meritev 5.....	28
8.6 Meritev 6.....	31
9 UGOTOVITVE	32
10 VIRI IN LITERATURA	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki toplotne črpalke	6
Tabela 2: Podatki meritve 1.....	16
Tabela 3: Podatki meritve 2.....	19
Tabela 4: Podatki meritve 3.....	22
Tabela 5: Podatki meritve 4.....	25
Tabela 6: Podatki meritve 5.....	28
Tabela 7: Primer podatkov za izračun količine tople vode	31
Tabela 8: Rezultati izračuna količine tople vode	31
Tabela 9: Hrupnost toplotne črpalke	32

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf grelnega števila (COP)	11
Graf 2: Graf temperature bojlerja pri meritvi 1	16
Graf 3: Graf električne moči pri meritvi 1	17
Graf 4: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 1	17
Graf 5: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 1	18
Graf 6: Graf porabe el. energije pri meritvi 1	18
Graf 7: Graf temperature bojlerja pri meritvi 2	19
Graf 8: Graf električne moči pri meritvi 2	20
Graf 9: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 2	20
Graf 10: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 2	21
Graf 11: Graf porabe električne energije pri meritvi 2	21
Graf 12: Graf temperature bojlerja pri meritvi 3	22
Graf 13: Graf električne moči pri meritvi 3	23
Graf 14: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 3	23
Graf 15: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 3	24
Graf 16: Graf porabe el. energije pri meritvi 3	24
Graf 17: Graf temperature bojlerja pri meritvi 4	25
Graf 18: Graf električne moči pri meritvi 4	26
Graf 19: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 4	26
Graf 20: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 4	27
Graf 21: Graf porabe el. energije pri meritvi 4	27
Graf 22: Graf temperature bojlerja pri meritvi 5	28
Graf 23: Graf električne moči pri meritvi 5	29
Graf 24: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 5	29
Graf 25: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 5	30
Graf 26: Graf porabe el. energije pri meritvi 5	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Sestava toplotne črpalke	7
Slika 2: Shema delovanja toplotne črpalke	9
Slika 3: Toplotna črpalka v komori.....	12
Slika 4: Komora za testiranje	12
Slika 5: Priklop toplotne črpalke	13
Slika 6: Nadzorni prostor	13
Slika 7: Računalniški program	14
Slika 8: Navodila meritev.....	15

SEZNAM PRILOG

Priloga 1: Navodilo za testiranje

POVZETEK

Pri raziskovalni nalogi smo raziskali področje toplotnih črpalk. Osredotočili smo se na toplotno črpalko za ogrevanje sanitarne vode. Pri tem smo raziskali, kako deluje, kako je sestavljena in kakšen je izkoristek. Pri podjetju Termo-tehnika smo dobili nalogo izračunati izkoristek toplotne črpalke, za kar smo potrebovali podatke, ki smo jih dobili z meritvami. Med meritvami smo naleteli tudi na težave, saj so bili nekateri senzorji onemogočeni oz. jih ni bilo mogoče vključiti. Zaradi tega nismo mogli pridobiti določenih podatkov. Zaradi tega smo prvotno nalogo nato zožili. Po končanem postopku meritev smo morali narediti grafe in preglednice iz katerih smo kasneje lahko ugotovili ali so naše hipoteze potrjene ali ovržene. Na koncu smo meritve primerjali še s standardni in ugotovili, da jih toplotna črpalka ne presega.

UVOD

Odločili smo se za obravnavo toplotnih črpalk, ker je to področje precej neraziskano, hkrati pa tudi zelo pomembno za vsakdanje življenje. Ljudje v današnji recesiji iščejo poceni in kvalitetno rešitev, kar ponujajo tudi toplotne črpalke. Vsa ta raziskava spada v področje energetike, kjer se skuša s čim manjšo porabo dobiti čim večji izkupiček. Problem, ki smo ga raziskovali je, kako dobiti čim večji izkoristek energije. Pri raziskavi smo imeli omejitve glede uporabe črpalke, na kateri smo delali. Sami smo naredili omejitev pri temperaturi okolja. Omejevala pa nas je tudi strokovna literatura, ki jo je trenutno zelo malo, saj to področje do sedaj še ni vzbudilo dovolj zanimanja. Rezultati raziskav so nam pokazali, da bi lahko s pametno uporabo toplotnih črpalk dobili boljši izkoristek energije.

HIPOTEZE

V nalogi smo si izbrali tri hipoteze, ki jih želimo potrditi ali ovreči:

- grelna števila se višja s temperaturo zunanjega zraka,
- količina uporabne vode je v stanju mirovanja večja kot pri samem segrevanju,
- zunanji zrak vpliva na hrup toplotne črpalke.

1 TOPLOTNA ČRPALKA HTE 03 HP DW-7

Tehnični podatki:

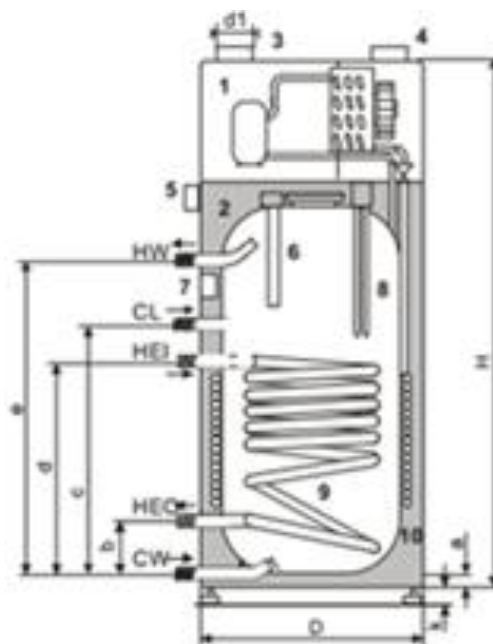
Naziv	TOPLOTNA ČRPALKA ZA SEGREVANJE SANITARNE VODE
Tip	TČ2 ... ECO
Model	TČ2RT/E-321 ECO, TČ2VZRT/E-321 ECO
Max. toplotna moč:	1960 W (3330 W)*, (3500 W)**
Nazivna električna moč	440 W (1940 W)*
Max električna moč	560 W (60°C) (2060 W)*
Napajanje	230 V / 50 Hz
Max. Priključna moč dodat. vira	300 W
Grelno število	4,3 (A15/W15-45) EN255/3
Hladivo	R134a
Max. izstopna temperatura	60°C - 65°C
Potreben pretok zraka	700 m ³
Zaščitni razred	IPX1
Okoljski pogoji	7°C – 35°C
Električno varovanje	16 A, (230 V/50 HZ)
Max. tlak v bojlerju	0,6 MPa (6,0 bar) pri 95°C
Max. delavni tlak v kotlovskem PT	1,0 MPa (10 bar) pri 110°C
Moč kotlovskega prenos. toplote	15 kW
Priključki na bojlerju	1"
Priključek cirkulacije	3/4"

Tabela 1: Podatki toplotne črpalke

* V primeru dodatnega el. grelnika 1,5 kW, izvedbe z oznako **E**

2 OPIS NAPRAVE

- 1 - Toplotna črpalka
- 2 - Bojler
- 3 - Zračni priključek
- 4 - Zračni priključek
- 5 - El. priključek obtočne črpalke
- 6 - Mg zaščitna anoda
- 7 - Tulka za eksterno tipalo
- 8 - Električni grelec
- 9 - Cevni toplotni prenosnik
- 10 - Zunanji plaščni kondenzator
- CW – Priključek hladne vode
- HW – Priključek tople vode
- CL – Priključek cirkulacije
- HEI – Cevni TP dvižni vod
- HEO – Cevni TP povratni vod



Slika 1: Sestava toplotne črpalke

2.1 Ogrevalek sanitarne vode

Ogrevalek sanitarne vode je notranje dvojno vakuumsko emajliran, toplotno izoliran z poliuretanom in mehansko zaščiteno s pločevino. V notranjosti pa je v ogrevaleku sanitarne vode vstavljena tudi Mg anoda, ki ob mehanski poškodbi emajla preprečuje rjavenje ogrevaleka. V ogrevalek je serijsko vgrajen prenosnik toplote za povezavo s kotlom.

2.2 Dodatni električni grelec

Dodatni električni grelec EG z močjo 1,5kW ali 2,0kW služi za hitro segrevanje sanitarne vode (kjer delujeta toplotna črpalka in EG hkrati), varovanjem pred zamrznitvijo uparjalnika (če je temperatura zraka v prostoru prenizka za obratovanje toplotne črpalke se avtomatsko vklopi EG) in kot rezervni vir (v primeru napake v delovanju agregata toplotne črpalke).

3 ZAŠČITA IN VAROVANJE TOPLOTNE ČRPALKE

3.1 Proti-zamrzovalno tipalo

Regulator toplotne črpalke vsebuje tipalo zraka, ki potuje skozi uparjalnik toplotne črpalke in v primeru, da je zrak hladnejši od 7°C, varnostno izklopi delovanje toplotne črpalke za vsaj 30 minut. V tem primeru pri toplotnih črpalkah z električnim grelcem in letnim režimom avtomatsko preklopi na segrevanje z električnim grelcem, v zimskem režimu in priključenem kotlom na olje ali plin pa na segrevanje s koltom (vklop obtočne črpalke).

3.2 Varnostni in delavni termostat električnega grelca

Električni grelec ima svoj varnostni in delavni termostat, ki je omejen na 65°C. Električni grelec segreva le zgornjo polovico bojlerja, zato regulator temperaturo vode ne prikaže pravilno, saj je njegovo tipalo nameščeno v spodnji polovici bojlerja in praviloma tipa hladnejšo vodo.

3.3 Nadzor temperature vode v bojlerju

Regulator OPTITRONIC skrbi za nadzor in segrevanje vode do želene temperature. Glede na želeno temperaturo segrevanja vode po potrebi zažene in ustavi delovanje kompresorja ter ventilatorja, v določenih pogojih pa vklopi in izklopi tudi električni grelec ali obtočno črpalko kotla. Maksimalna nastavljiva temperatura segrevanja je 55°C, pri pregrevanju pa 65°C. Če temperatura v bojlerju naraste preko 80°C, regulator varnostno izklopi vse nanj priključene toplotne vire.

3.4 Visokotlačna zaščita hladilnega sistema

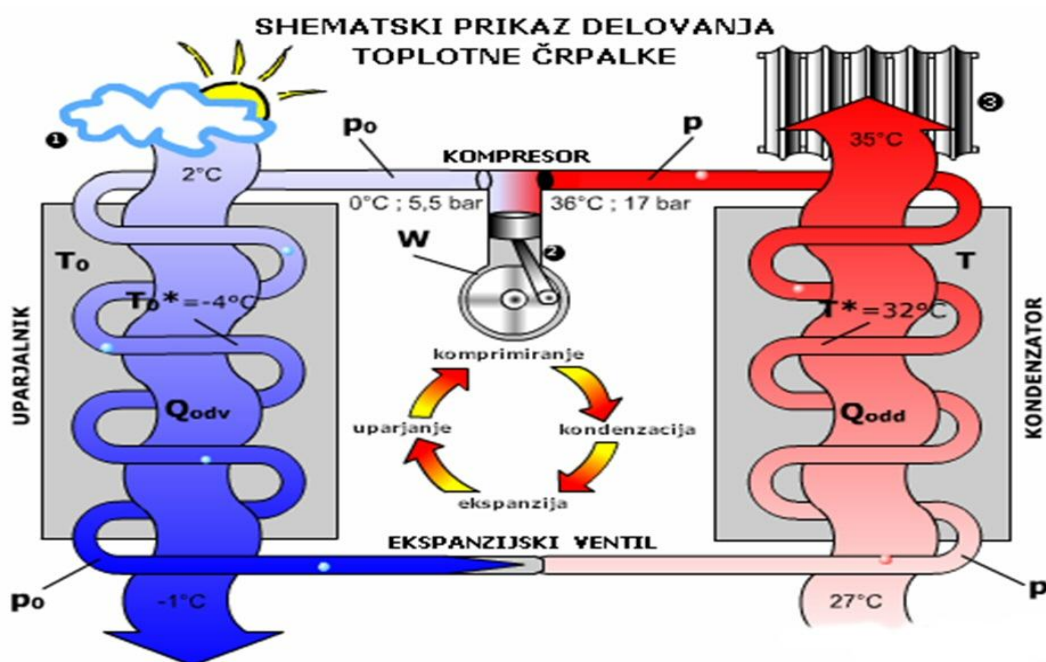
Visokotlačno varnostno stikalo skrbi za preprečitev previsokega tlaka v hladilnem sistemu, ter s tem uničenje kompresorja. Stikalo v primeru visokega tlaka varnostno ustavi delovanje toplotne črpalke.

4 OPIS DELOVANJA

Ogrevanje sanitarne vode s toplotno črpalko je okolju prijazen in energetsko najcenejši način oskrbe objektov s toplo sanitarno vodo.

4.1 Princip delovanja toplotne črpalke

Hladilni sistem toplotne črpalke je zaprt krožni sistem, v katerem kroži hladivo R134a kot prenašalec toplote. Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika, ki odvzema toploto okolice (vode, zraka, zemlje), v njem se pri nizki temperaturi uplini delovna snov (hladivo), ki nato potuje v kompresor. Ta paro stisne in jo dvigne na višji tlačni in temperaturni nivo. Vroča para v kondenzatorju kondenzira in pri tem oddaja kondenzacijsko toploto ogrevanemu mediju. Delovna snov nato potuje preko ekspanzijskega ventila, kjer se ji zniža ta tlak in temperatura ter izentalpno ekspandira nazaj v uparjalnik in proces se ponovi.



Slika 2: Shema delovanja toplotne črpalke

5 IZRAČUN GRELNEGA ŠTEVILA

Izračun grelnega števila (COP) v odvisnosti od temperature zraka (T_{zraka}).

$$COP = \frac{\text{Dobljena toplotna energija } Q}{\text{Vložena el.energija (Wh)}}$$

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Podatki:

$$V = 300 \text{ l} = 300 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{nizka}} = 10^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{visoka}} = 55^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{vode}} = 1.000,00 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 4200 \text{ J/kg K}$$

$$Q_1 = 300 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg K} \cdot 45 \text{ K} = 56700000 \text{ J} = 15750 \text{ Wh} \rightarrow COP_{0^\circ\text{C}} = \frac{15750}{9588} = 1,64$$

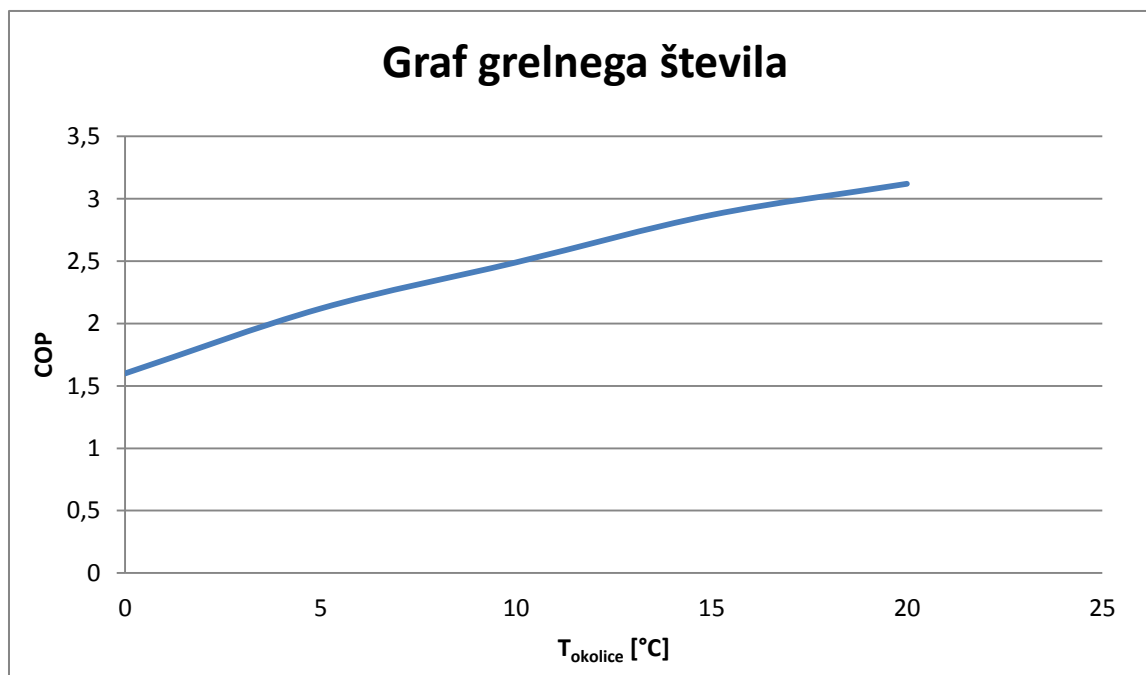
$$Q_2 = 300 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg K} \cdot 45 \text{ K} = 56700000 \text{ J} = 15750 \text{ Wh} \rightarrow COP_{5^\circ\text{C}} = \frac{15750}{7304} = 2,16$$

$$Q_3 = 300 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg K} \cdot 45 \text{ K} = 56700000 \text{ J} = 15750 \text{ Wh} \rightarrow COP_{10^\circ\text{C}} = \frac{15750}{6104} = 2,58$$

$$Q_4 = 300 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg K} \cdot 45 \text{ K} = 56700000 \text{ J} = 15750 \text{ Wh} \rightarrow COP_{15^\circ\text{C}} = \frac{15750}{5407} = 2,91$$

$$Q_5 = 300 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg K} \cdot 45 \text{ K} = 56700000 \text{ J} = 15750 \text{ Wh} \rightarrow COP_{20^\circ\text{C}} = \frac{15750}{4980} = 3,16$$

Podatek vložene energije smo dobili iz tabel posameznih meritev, kjer smo odčitali zadnjo vrednost porabe električne energije, kjer je bila temperatura bojlerja še nad 50°C .



Graf 1:Graf grelnega števila (COP)

Komentar: Pri vsakem segrevanju smo proizvedli enako količino tople vode – toplotne energije. Vendar smo za pripravo porabili različne vložke električne energije.

6 POSTOPEK MERITEV

Toplotno črpalko HTE 03 HP DW-7 smo najprej pregledali, nato smo še pregledali delovanje električnega grelca, kompresorja, ventilatorja in elektronike.



Slika 3: Toplotna črpalka v komori

Nato smo toplotno črpalko prestavili v komoro. V komori pa smo nato še preverili vse priključke na toplotni črpalki.



Slika 4: Komora za testiranje

Zamenjati smo morali še tesnila, ki smo jih uporabljali na vodnem delu, ter nato pritrdili te priključke na bojler. Nato namestimo tipalo vstopnega zraka, ki je poleg šopa regulacijskih tipal, tipala vstopnega zraka ter merilca vlage, neposredno na vstopu v toplotno črpalko.



Slika 5: Priklop toplotne črpalke

Namestiti smo morali še odvod kondenzata. Nato sledi nameščanje oz. polnjenje bojlerja z hladno vodo (10°C). Toplotno črpalko smo povezali z računalnikom, kjer je nameščen program za merjenje vseh potrebnih podatkov o toplotni črpalki. Pri vsaki meritvi smo nastavili regulacijo temperature in vlage, ki jo želimo doseči v času merjenja. Nastavitev vode na toplotni črpalki je bila v vseh meritvah 55°C . Podatke po končani meritvi iz programa izvozimo v Microsoft Excel.



Slika 6: Nadzorni prostor

Pri prvi meritvi smo nastavili temperaturo zraka na 0°C in temperaturo vstopne vode na 10°C , vlažilec zraka pa je bil izklopljen. Meritev je potekala 19 ur.

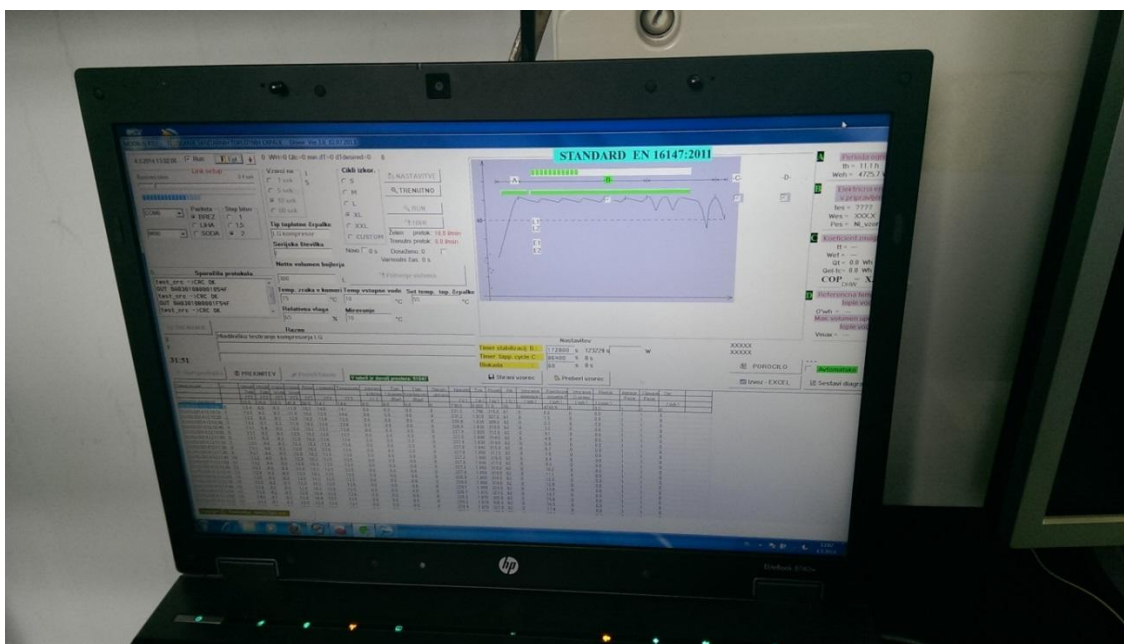
Pri drugi meritvi smo nastavili temperaturo zraka na 5°C in temperaturo vstopne vode na 10°C , relativna vlaga pa je bila 50%. Meritev je potekala 18 ur.

Pri tretji meritvi smo nastavili temperaturo zraka na 10°C in temperaturo vstopne vode na 10°C , relativna vlaga pa je bila 50%. Meritev je potekala 15 ur.

Pri četrti meritvi smo nastavili temperaturo zraka na 15°C in temperaturo vstopne vode na 10°C , relativna vlaga pa je bila 50%. Meritev je potekala 13 ur.

Pri peti meritvi smo nastavili temperaturo zraka na 20°C in temperaturo vstopne vode na 10°C , relativna vlaga pa je bila 50%. Meritev je potekala 11 ur.

S podatki za peto meritev smo izvedli tudi 7-dnevno meritev. To meritev smo naredili, da smo preverili ali 2. hipoteza drži.



Slika 7: Računalniški program

7 NAVODILA MERITEV

KRONOTERM		ZAPIS		OB 4.2-3	
				Izdaja 2 / 25.11.2013	
				Datum	19.12.2013
NAVODILO ZA TESTIRANJE SANITARNE TOPLOTNE ČRPALKE					
A	1. Sanitarno toplotno črpalko HTE03 HP DW-1 je potrebno izmeriti pri sledečih pogojih: - Meritev 01: Temp. zraka 0°C Relativna vlaga – izklopljeno Temperatura vstopne vode 10°C Nastavitev vode na toplotni črpalki 55°C				
	- Meritev 02: Temp. zraka 5°C Relativna vlaga 50% Temperatura vstopne vode 10°C Nastavitev vode na toplotni črpalki 55°C				
B	- Meritev 03: Temp. zraka 10°C Relativna vlaga – 50% Temperatura vstopne vode 10°C Nastavitev vode na toplotni črpalki 55°C				
	- Meritev 04: Temp. zraka 15°C Relativna vlaga – 50% Temperatura vstopne vode 10°C Nastavitev vode na toplotni črpalki 55°C				
C	- Meritev 05: Temp. zraka 20°C Relativna vlaga – 50% Temperatura vstopne vode 10°C Nastavitev vode na toplotni črpalki 55°C				
	Podatki se bodo snemali s programsko opremo EN16147. Posnete podatke se bo izvozilo v Excel, v katerem se bodo pripravili diagrami za vsako meritev. Minimalni potrebni diagrami :				
D	- Električna moč v odvisnosti od časa - Temperatura vode v odvisnosti od časa - Poraba energije v odvisnosti od časa - Temperatura zraka v odvisnosti od časa - Relativna vlažnost v odvisnosti od časa - Vstopna temperatura vode v odvisnosti od časa				
1		2		3	
				4	

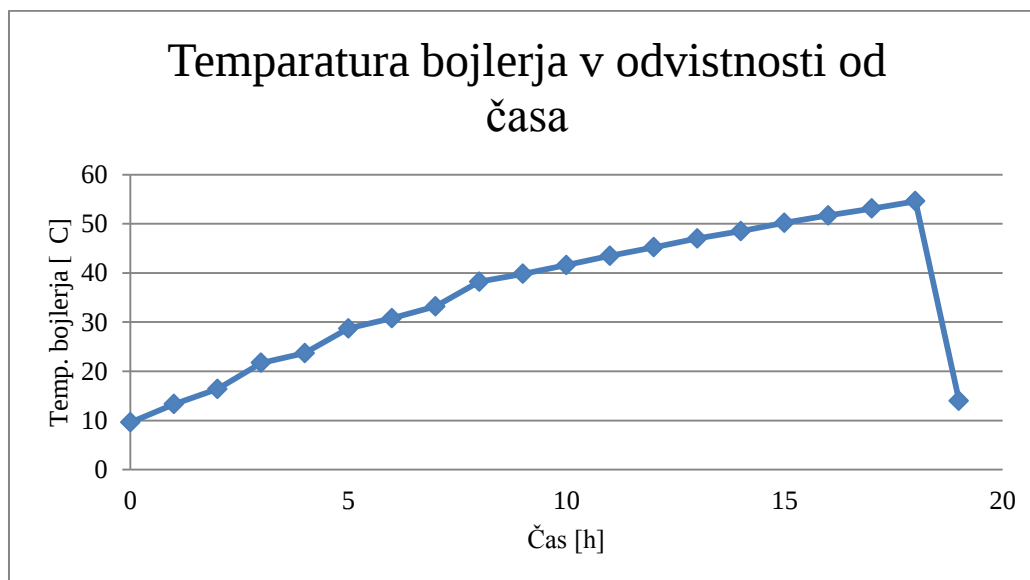
Slika 8: Navodila meritev

8 MERITVE IN GRAFI

8.1 Meritev 1

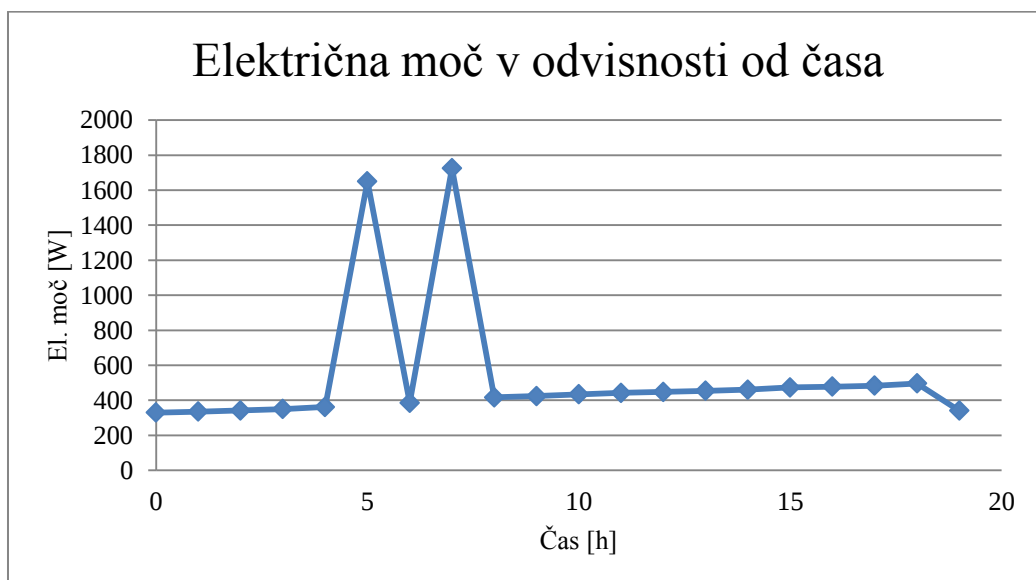
Čas (h)	T bojlerja (°C)	E. moč (W)	T vhod. zraka (°C)	Vlažnost (%)	Poraba el. E (Wh)
0	9,6	330	2,3	82	0
1	13,3	335	-0,6	70	331
2	16,4	342	-0,6	71	669
3	21,7	350	-0,3	75	1690
4	23,7	362	-0,7	71	2045
5	28,7	1651	-0,7	82	2896
6	30,3	386	-0,6	75	3482
7	33,2	1726	-0,3	75	3892
8	38,2	417	-0,3	75	5008
9	39,8	424	-0,6	77	5429
10	41,6	434	-0,1	78	5857
11	43,5	442	-0,2	78	6269
12	45,2	448	0	82	6741
13	47	454	0,1	82	7194
14	48,5	461	0,3	82	7658
15	50,2	473	0,2	83	8126
16	51,7	478	0	82	8600
17	53,1	483	0	85	9081
18	54,6	496	0,3	89	9588
19	14	341	0	85	9911

Tabela 2: Podatki meritve 1



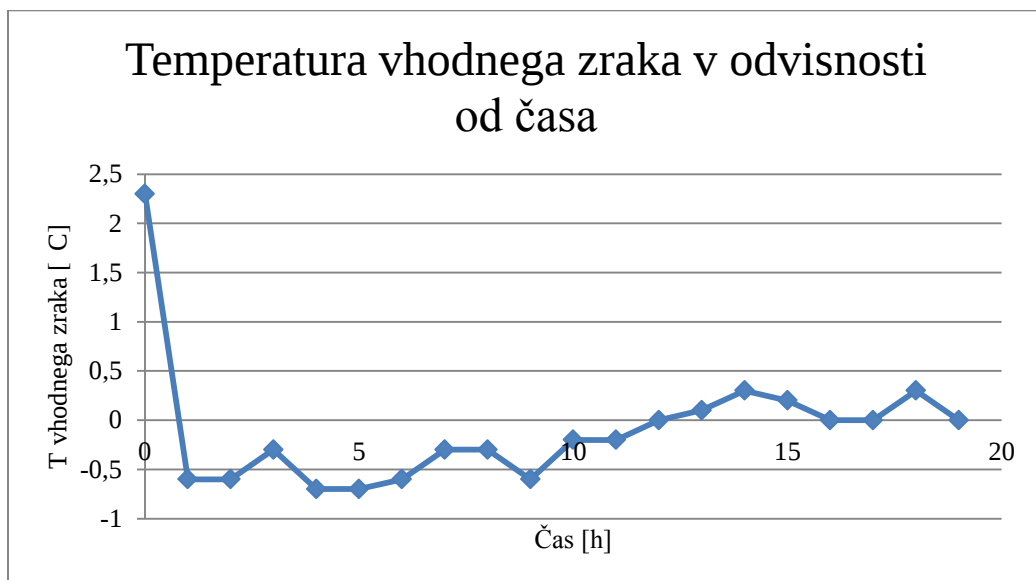
Graf 2: Graf temperature bojlerja pri meritvi 1

Komentar: Temperatura narašča do nastavljenih 55°C brez kakršnihkoli zapletov.



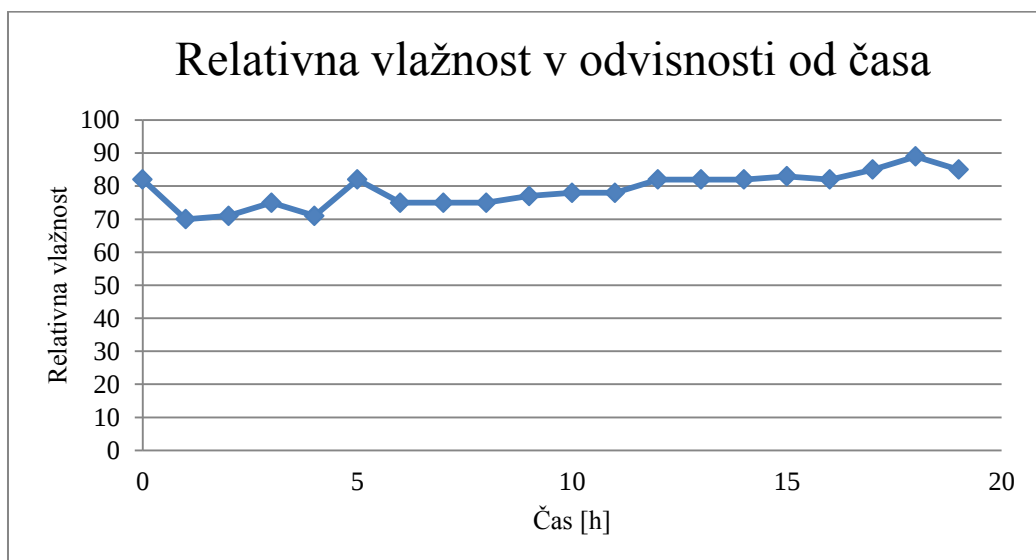
Graf 3: Graf električne moči pri meritvi 1

Komentar: Električna moč rahlo narašča in ko črpalka doseže mejo se kot alternativni vir energije vklopi grelec. To je lepo vidno po dveh skokih na grafu.



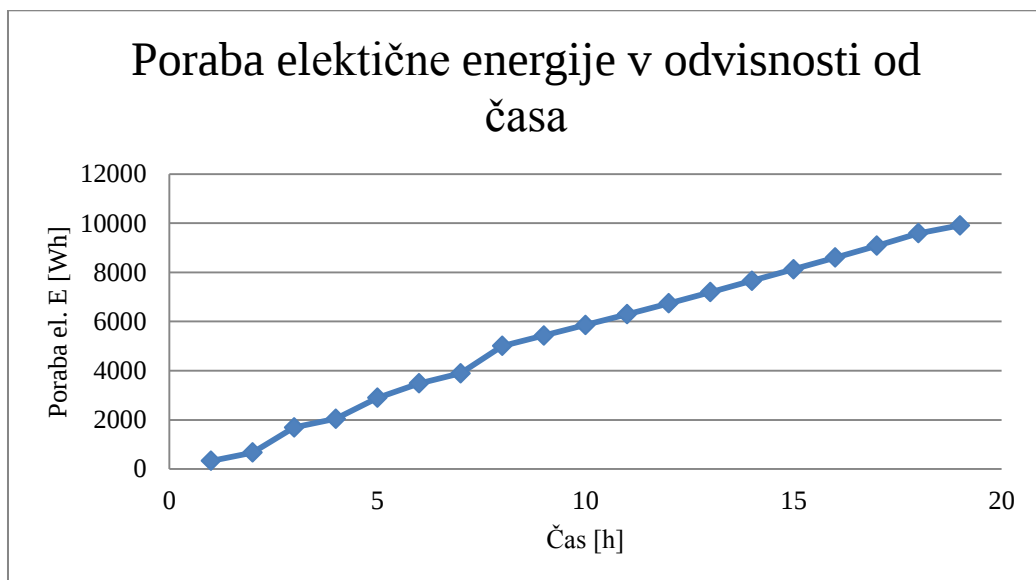
Graf 4: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 1

Komentar: Iz grafa je razvidno da je temperatura zraka z začetnih 2,3°C padla na želeno vrednost in ostala znotraj standarda za meritve, kar znaša $\pm 1^\circ\text{C}$.



Graf 5: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 1

Komentar: Na grafu se vidi da je vlažnost v komori približno 80%, kar pa ni bilo pomembno saj je bila pri prvi meritvi vlaga nepomembna.



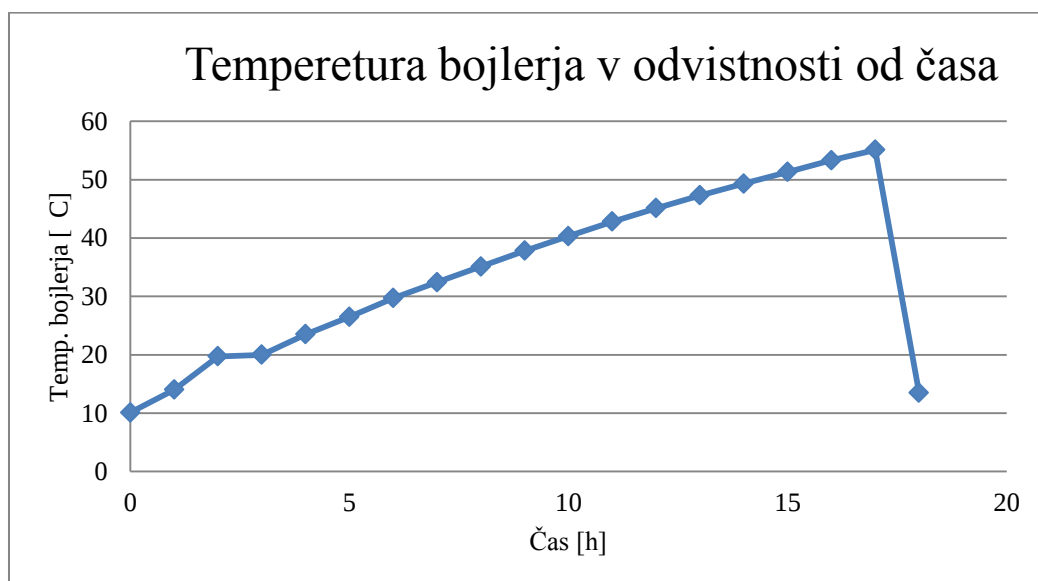
Graf 6: Graf porabe el. energije pri meritvi 1

Komentar: Poraba električne energije konstantno narašča.

8.2 Meritev 2

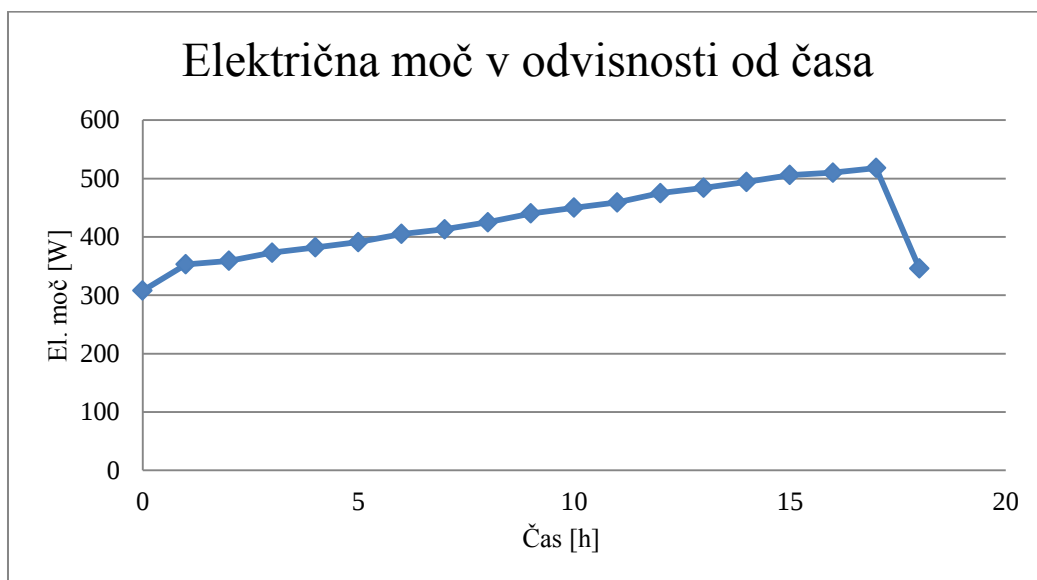
Čas (h)	T bojlerja (°C)	E. moč (W)	T vhod. zraka (°C)	Vlažnost (%)	Poraba el. E (Wh)
0	10,1	308	4,8	82	0
1	14	353	4,1	82	347
2	19,7	359	4,3	70	704
3	20	373	4,1	69	1038
4	23,5	382	4,4	71	1414
5	26,5	391	5,7	70	1791
6	29,7	405	4,3	75	2187
7	32,4	413	4,8	71	2596
8	35,1	425	4,5	71	3017
9	37,8	440	4,9	75	3450
10	40,3	450	4,5	75	3893
11	42,8	459	5,6	76	4349
12	45,1	475	4,7	75	4818
13	47,3	484	4,6	78	5297
14	49,3	494	4,7	78	5786
15	51,3	506	4,9	82	6285
16	53,3	510	4,9	82	6790
17	55,1	518	5,1	82	7304
18	13,5	346	4,8	84	7304

Tabela 3: Podatki meritve 2



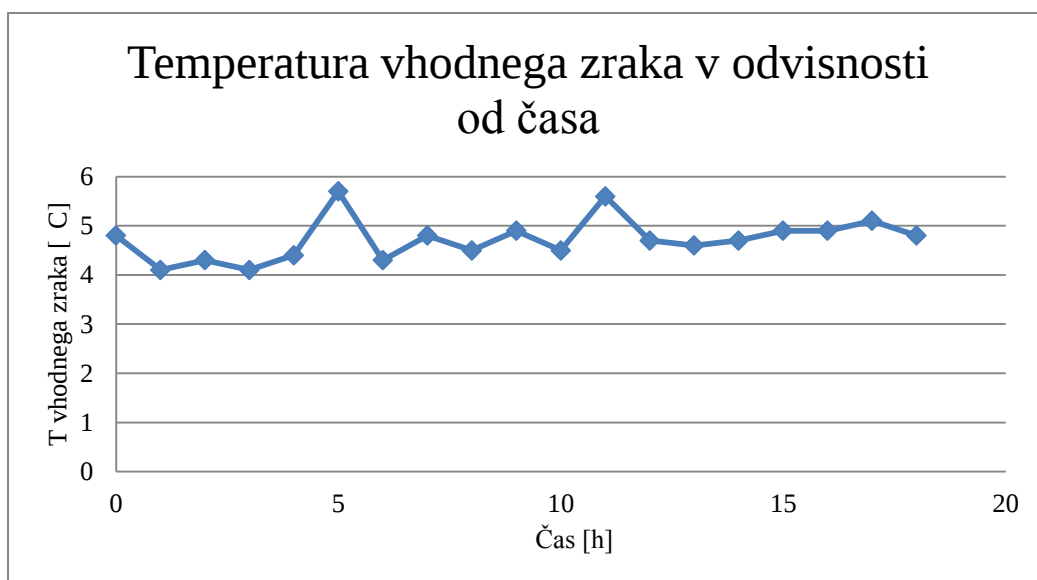
Graf 7: Graf temperature bojlerja pri meritvi 2

Komentar: Temperatura narašča do nastavljenih 55°C brez kakršnihkoli zapletov.



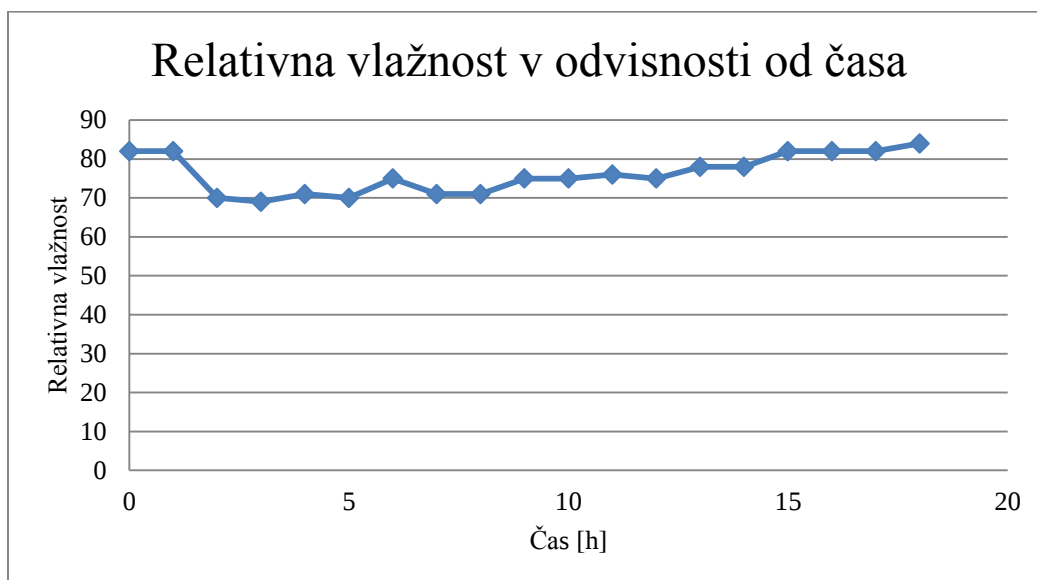
Graf 8: Graf električne moči pri meritvi 2

Komentar: Električna moč rahlo narašča in po doseženih 55°C v bojlerju prične padati.



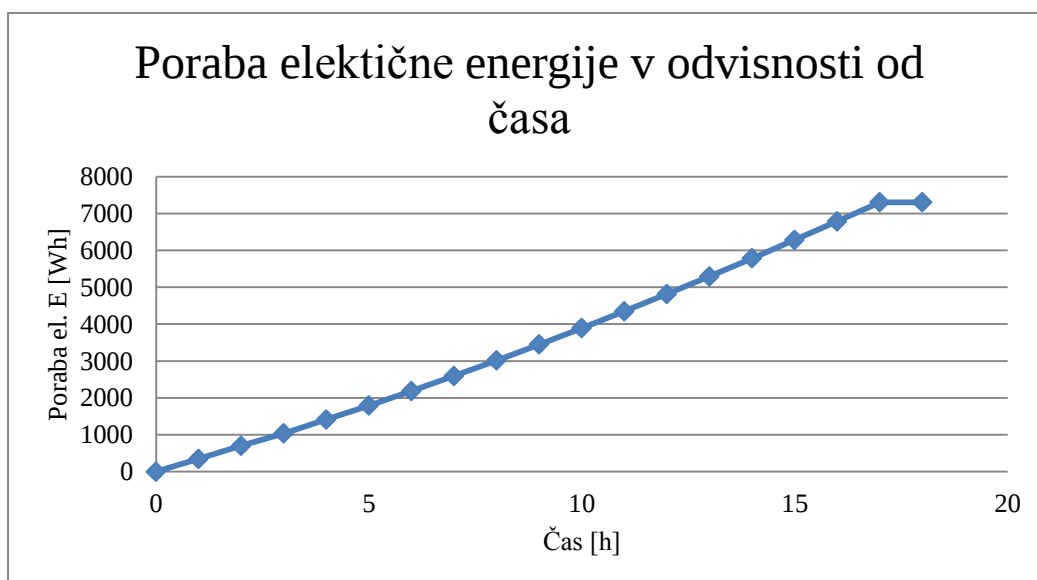
Graf 9: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 2

Komentar: Dovoljeno nihanje zraka po standardu ni bilo preseženo.



Graf 10: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 2

Komentar: Vlažilec ne dosega standarda (nepravilna regulacija).



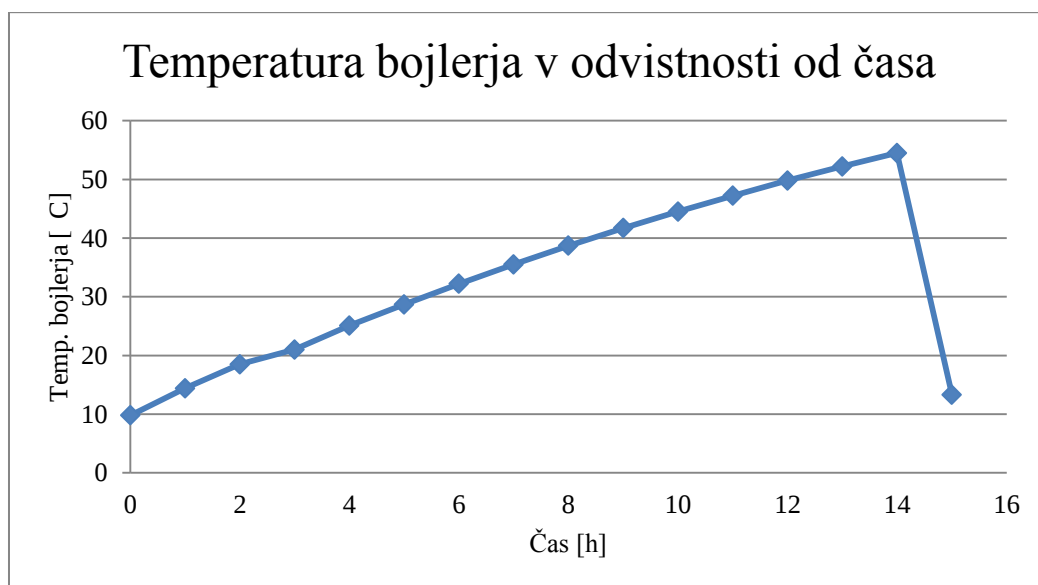
Graf 11: Graf porabe električne energije pri meritvi 2

Komentar: Poraba električne energije konstantno narašča.

8.3 Meritev 3

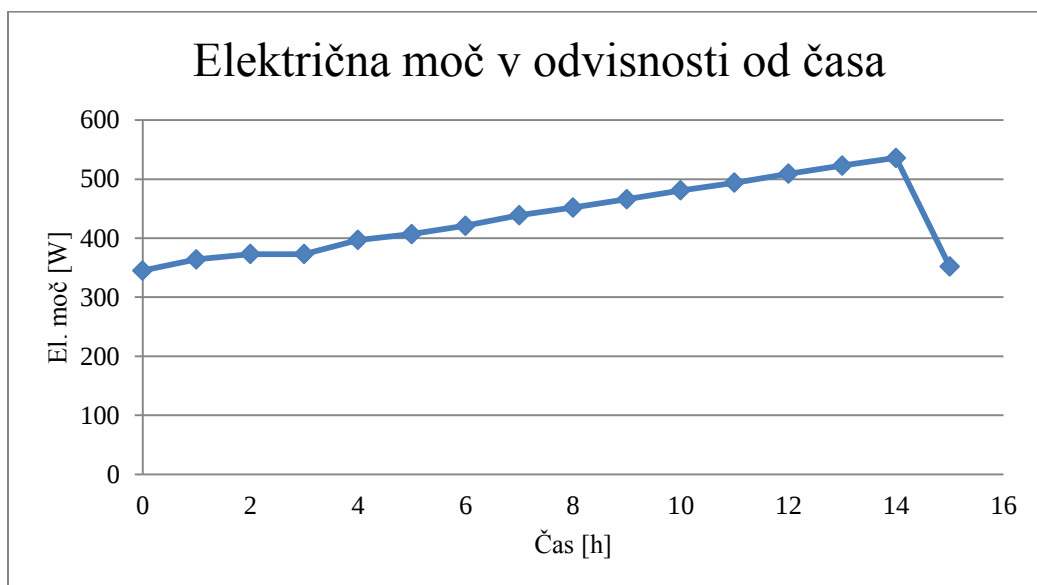
Čas (h)	T boilerja (°C)	E. moč (W)	T vhod. zraka (°C)	Vlažnost (%)	Poraba el. E (Wh)
0	9,8	345	9,2	75	0
1	14,4	364	9,3	75	354
2	18,5	373	9,4	61	723
3	21	373	9	61	1068
4	25,1	397	9,2	63	1452
5	28,7	407	9,6	62	1851
6	32,2	421	9,7	64	2265
7	35,5	439	9,7	64	2693
8	38,7	452	10,8	64	3137
9	41,7	466	10,9	68	3595
10	44,5	481	10,9	69	4075
11	47,2	494	10,3	70	4562
12	49,8	509	9,4	71	5062
13	52,2	523	10,6	75	5576
14	54,5	536	9,5	76	6104
15	13,3	352	9,6	78	6385

Tabela 4: Podatki meritve 3



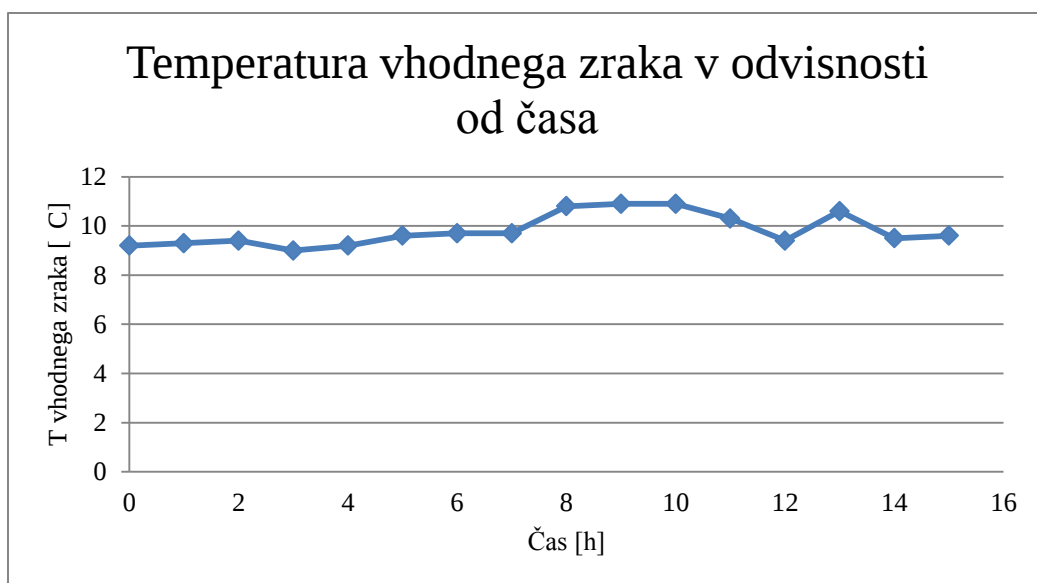
Graf 12: Graf temperature boilerja pri meritvi 3

Komentar: Temperatura narašča do nastavljenih 55°C brez kakršnihkoli zapletov.



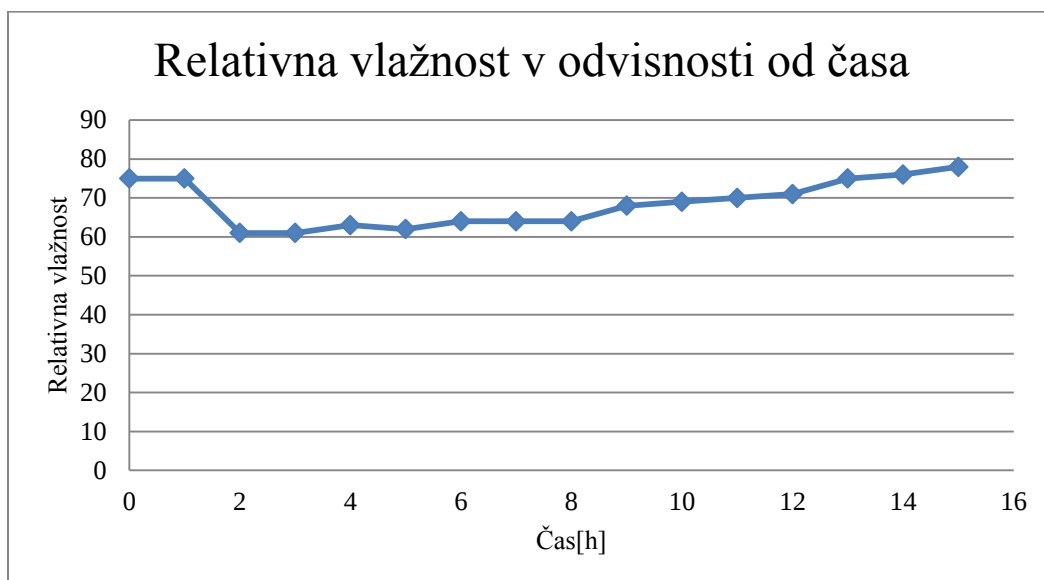
Graf 13: Graf električne moči pri meritvi 3

Komentar: Električna moč narašča dokler se voda še segreva.



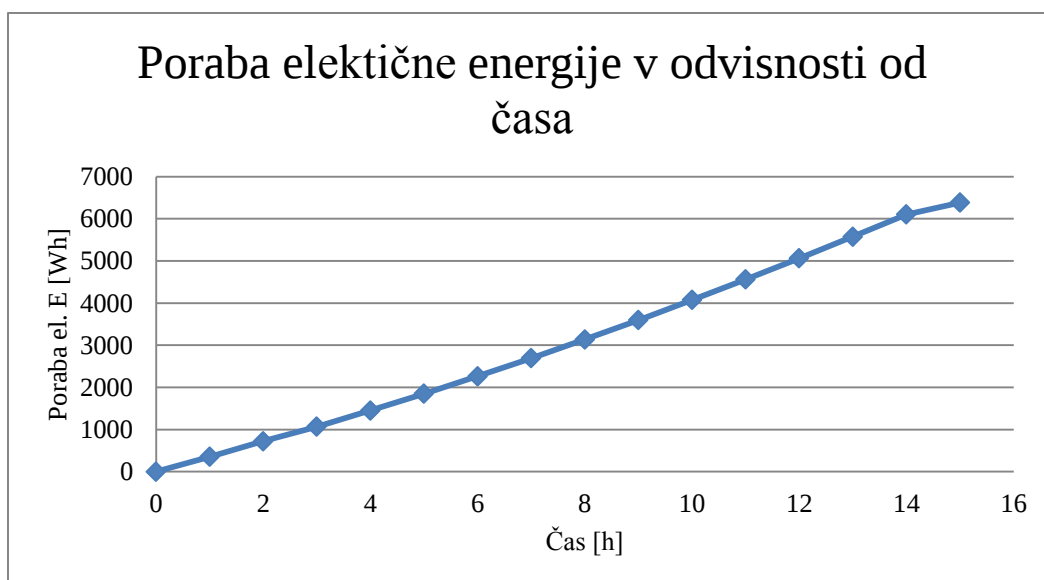
Graf 14: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 3

Komentar: Nihanje zraka je znotraj standarda.



Graf 15: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 3

Komentar: Vlažilec ne dosega standarda (nepravilna regulacija).



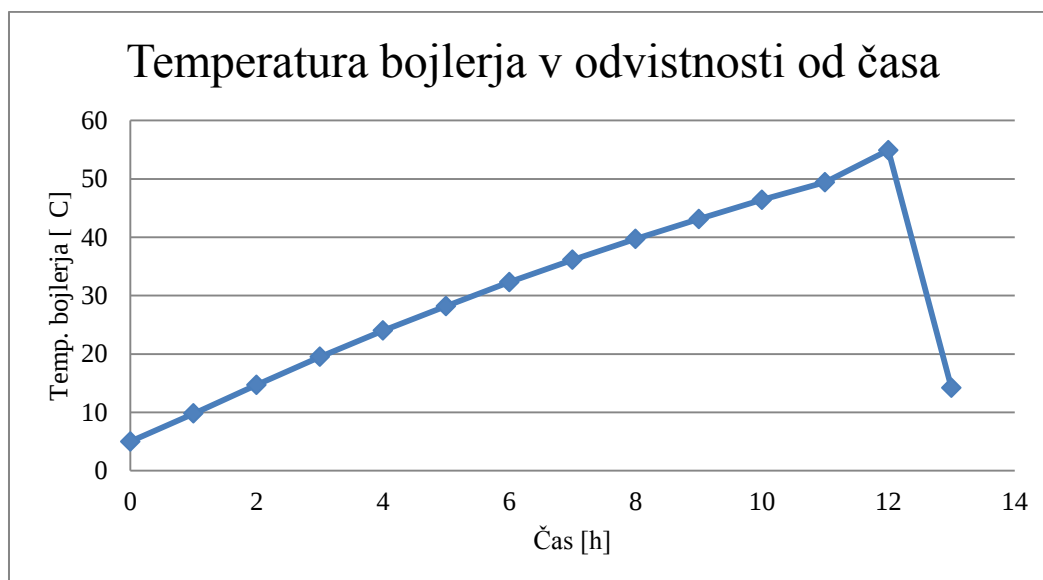
Graf 16: Graf porabe el. energije pri meritvi 3

Komentar: Poraba električne energije konstantno narašča.

8.4 Meritev 4

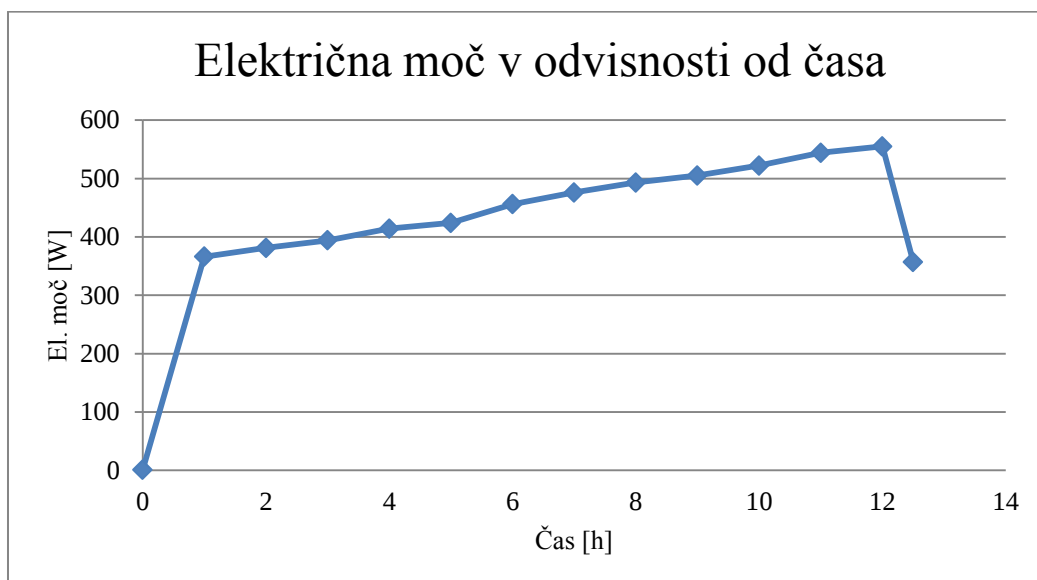
Čas (h)	T bojlerja (°C)	E. moč (W)	T vhod. zraka (°C)	Vlažnost (%)	Poraba el. E (Wh)
0	5	0	13,8	60	0
1	9,8	366	14,1	60	349
2	14,7	381	15,3	64	719
3	19,5	394	15,5	61	1106
4	24	414	15,4	63	1510
5	28,2	424	15,1	61	1932
6	32,3	456	15,4	61	2373
7	36,1	476	14,1	62	2837
8	39,7	493	14	64	3319
9	43,1	505	14,1	64	3818
10	46,4	522	14,6	68	4332
11	49,4	544	15,5	70	4861
12	54,9	555	15,4	71	5407
13	14,2	357	15,3	71	5600

Tabela 5: Podatki meritve 4



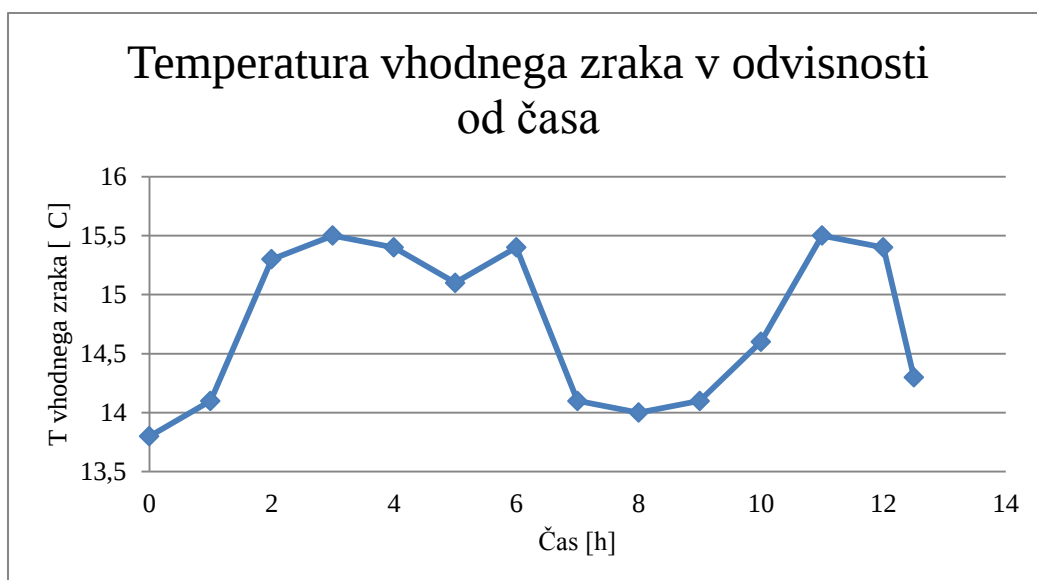
Graf 17: Graf temperature bojlerja pri meritvi 4

Komentar: Temperatura narašča do nastavljenih 55°C brez kakršnihkoli zapletov.



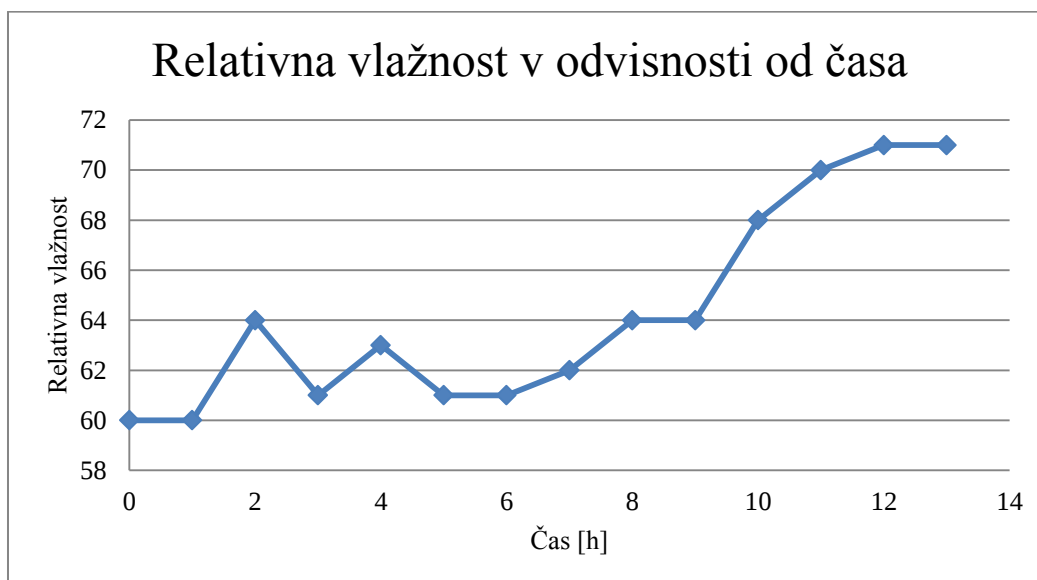
Graf 18: Graf električne moči pri meritvi 4

Komentar: Električna moč raste in se po končani meritvi vrne na prvotno stanje.



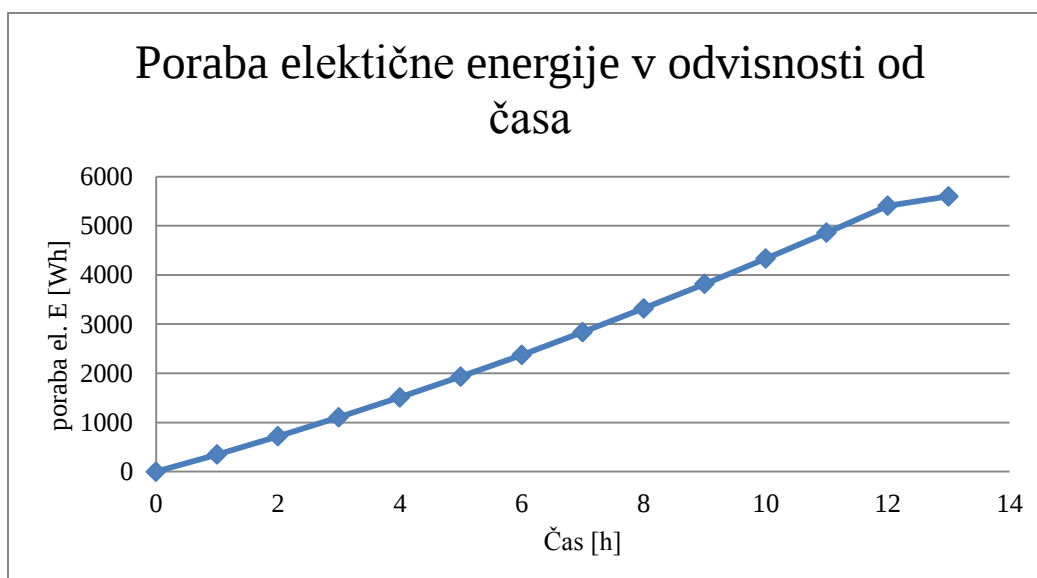
Graf 19: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 4

Komentar: Temperatura vhodnega zraka niha do same meje standarda.



Graf 20: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 4

Komentar: Vlažilec ne dosega standarda (nepravilna regulacija).



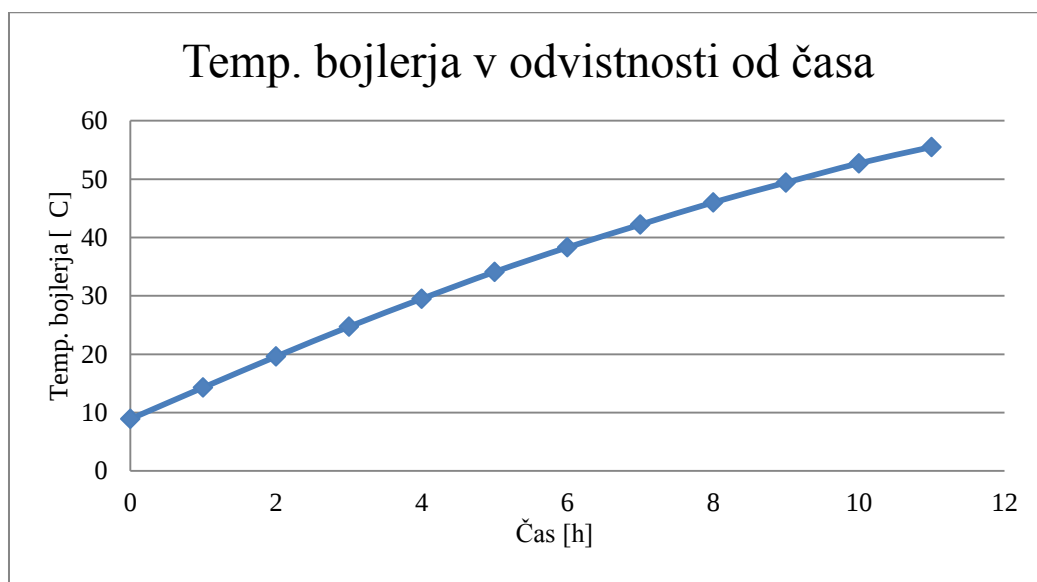
Graf 21: Graf porabe el. energije pri meritvi 4

Komentar: Poraba električne energije konstantno narašča.

8.5 Meritev 5

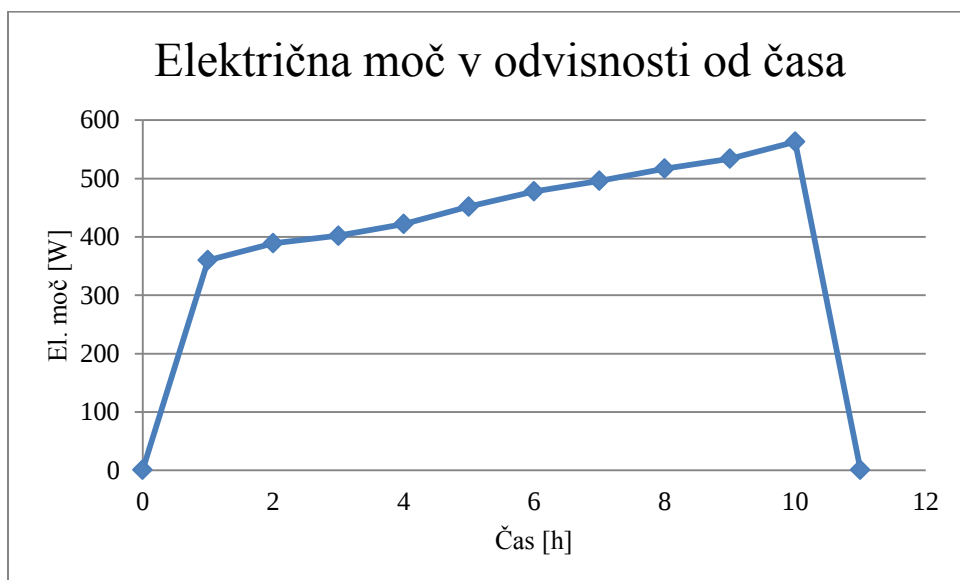
Čas (h)	T bojlerja (°C)	E. moč (W)	T vhod. zraka (°C)	Vlažnost (%)	Poraba el. E (Wh)
0	8,9	1	19,4	56	0
1	14,3	360	18,7	62	340
2	19,6	389	20,2	61	714
3	24,7	402	20,9	61	1109
4	29,5	422	20,4	61	1523
5	34,1	452	19	61	1961
6	38,3	478	20,5	61	2426
7	42,2	496	19,6	61	2911
8	46	517	19,4	63	3416
9	49,4	534	19,1	64	3943
10	52,7	563	18,9	68	4493
11	55,5	1	18,9	69	4980

Tabela 6: Podatki meritve 5



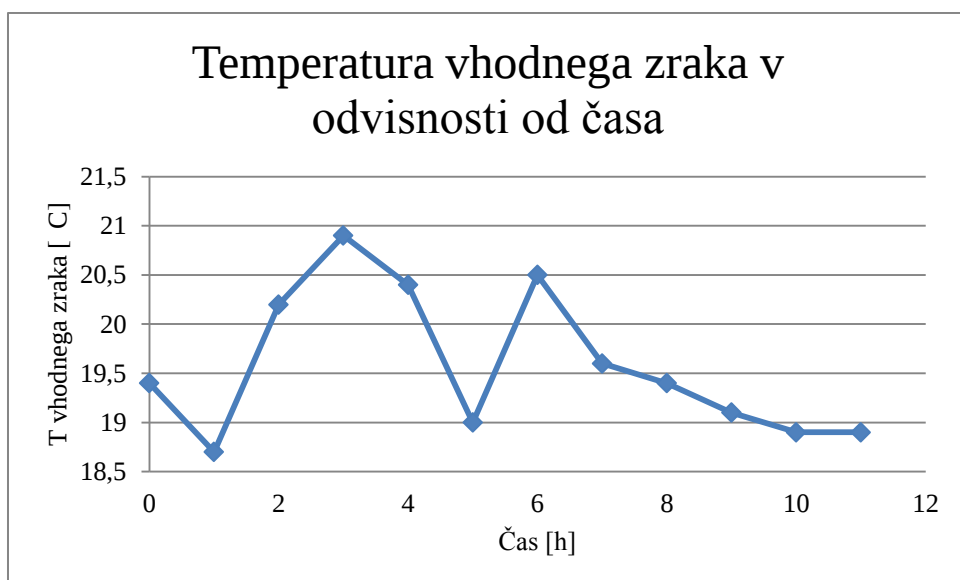
Graf 22: Graf temperature bojlerja pri meritvi 5

Komentar: Temperatura narašča do nastavljenih 55°C brez kakršnihkoli zapletov.



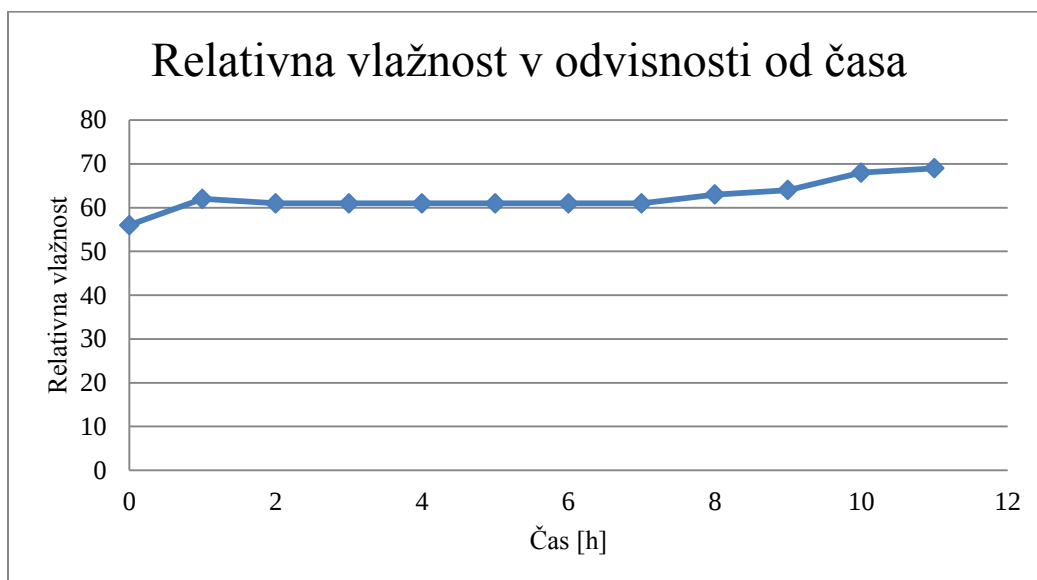
Graf 23: Graf električne moči pri meritvi 5

Komentar: Električna moč raste, doseže 563 W in se vrne na prvotno vrednost.



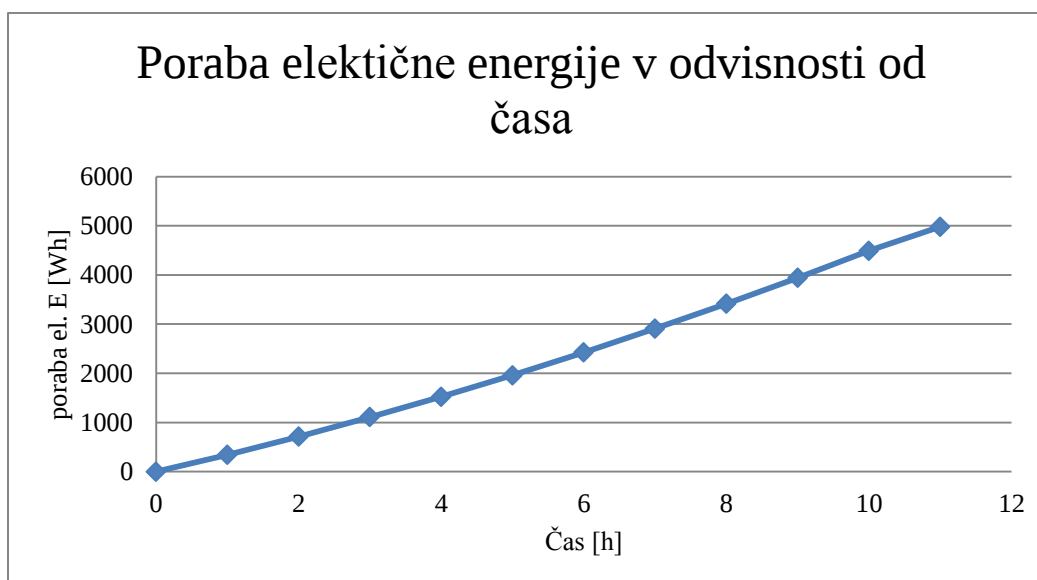
Graf 24: Graf temperature vhodnega zraka pri meritvi 5

Komentar: Nihanje zraka nekajkrat preseže mejo standarda.



Graf 25: Graf relativne vlažnosti pri meritvi 5

Komentar: Vlažilec ne dosega standarda (nepravilna regulacija).



Graf 26: Graf porabe el. energije pri meritvi 5

Komentar: Poraba električne energije konstantno narašča.

8.6 Meritev 6

Meritev 5 smo opravili še enkrat vendar v obsežnejši obliki, saj smo potrebovali podatke za potrditev hipoteze 2. V programu smo nastavili želene vrednosti, in se po končani meritvi vrnili po podatke. Prišli smo do zaključka da se količina uporabne vode, to je voda ki ima temperaturo višjo od 40°C, po vmesnem vklopu črpalke na stanje pripravljenosti poveča za 5%.

Čas	Vstop hladne vode	Izstop tople vode	Temperatura vode v kotlu	Količina iztočene vode	Količina iztočene vode	Pretok vode	ΔT (hot-cold)	Količina uporabne tople vode
[min]	[°C]	[°C]	[°C]	[l]	[l]	[l/min]	[°C]	[l]
0,00	10,2	42,4	55,4	386,2	0	0,00	32,2	0,00
0,17	10,2	42,4	55,4	387,1	0,9	5,40	32,2	0,97
0,33	10,2	42,6	55,4	388,4	2,2	6,60	32,4	1,19
0,50	10,1	46,3	55,4	389,8	3,6	7,20	36,2	1,45
0,67	10,1	47,7	55,4	391,8	5,6	8,40	37,6	1,75
0,83	10,1	48,8	55,4	393,1	6,9	8,28	38,7	1,78
1,00	10,1	49,7	55,4	394,5	8,3	8,30	39,6	1,83
1,17	10,1	50,5	55,4	395,9	9,7	8,31	40,4	1,87
1,33	10,2	51,1	55,4	398	11,8	8,85	40,9	2,01
1,50	10,2	51,7	55,5	399,4	13,2	8,80	41,5	2,03
1,67	10,2	52,2	55,5	400,9	14,7	8,82	42	2,06

Tabela 7: Primer podatkov za izračun količine tople vode

Potek izračuna:

Da smo lahko izračunali maksimalno količino tople vode smo potrebovali podatke o pretoku vode in razliko temperature med vstopno vodo in izstopno vodo.

$$\text{max količina tople vode} = \frac{1}{30} \times \frac{\text{pretok vode [l min]}}{60 \times 10 \times \text{razlika temperatur vode [°C]}}$$

$$\text{pretok vode} = \frac{\text{količina iztočene vode [l]}}{\text{čas [min]}}$$

$$\text{razlika temperatur vode} = \text{temp. izstopne vode} - \text{temp. vstopne vode}$$

Na koncu smo vse vrednosti sešteli in dobili rezultate:

<i>Maksimalna količina tople vode po ponovnem segrevanju</i>	<i>Maksimalna količina tople vode po segrevanju</i>
[l]	[l]
389,27	376,19

Tabela 8: Rezultati izračuna količine tople vode

S tem izračunom smo si pomagali pri potrditvi naše hipoteze.

9 UGOTOVITVE

Ugotovilo smo, da je toplotna črpalka, na kateri smo delali meritve, izpolnila naša pričakovanja, kar so pokazali tudi rezultati meritev.

Na koncu smo prišli od ugotovitev, ali so hipoteze potrjene. Prva hipoteza, grelno število se viša s temperaturo zunanjega zraka, je bila potrjena. Z grafom in z izračuni smo dokazali, da višja, kot je temperatura zunanjega zraka, višje je grelno število. Dokaz za to je graf 1.

Druga hipoteza, ki pravi da je količina uporabne vode po dodatnem segrevanju iz stanja pripravljenosti večja kot pri samem segrevanju, je bila tudi potrjena. Grafi so pokazali, da je količina uporabne vode v za 5% večja če vodo po določenem času še enkrat segrejemo, saj se voda bolj enakomerno segreje. V tabeli 8 se nahaja potrditev.

In tretja hipoteza zunanji zrak vpliva na hrup toplotne črpalke je bila prav tako potrjena, višja kot je temperatura zunanjega zraka večji je hrup toplotne črpalke. Hrup toplotne črpalke se je gibal v mejah normale, katere dovoljuje da je hrup črpalke maksimalno 65db. Naša črpalka je pri merjenjih dosegala hrupnost od 62db do 63db. To je razvidno v tabeli 9.

	Hrupnost
Meritev 1	62 dB(A)
Meritev 2	62 dB(A)
Meritev 3	62 dB(A)
Meritev 4	62 dB(A)
Meritev 5	63 dB(A)

Tabela 9: Hrupnost toplotne črpalke

10 VIRI IN LITERATURA

Knjiga

[1] KRAUT, B. *Krautov strojniški priročnik*, 14. izdaja. Ljubljana: Littera picta, 2007.

[2] DENOVIK, M. OBREZ, E. *Toplotna črpalka*, 1. izdaja. Celje: ,1996.

[3] GROBOVŠEK, B.: *Praktična uporaba toplotnih črpalk*. 1. Izdaja. Ljubljana: Energetika marketing, 2009.

Splet

[4] Gorenje: toplotne črpalke [svetovni splet], Gorenje Slovenija, d.d. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.gorenje.si/ogrevanje-in-hlajenje/toplotnecrpalk/ogrevalnetoplotnecrpalk/kako-deluje-toplotna-crpalka> [25. 2. 2014].

[5] Termo-tehnika: toplotne črpalke [svetovni splet], Termo-tehnika d.o.o. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.kronoterm.com/produkti/sanitarne-toplotne-crpalk> [1.3.2014].

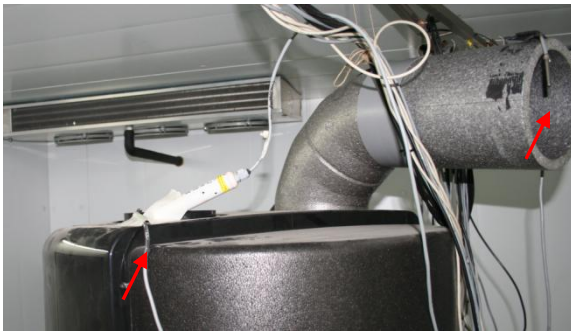
[6] Finesa: Shema črpalke , 2010. *Shematski prikaz delovanja toplotne črpalke*. [svetovni splet], Finesa d.o.o. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.finesamb.si/images/tc/delovanje.jpg> [1. 3. 2014].

Navodilo za testiranje po standardu EN16147 v testni komori za sanitarne toplotne črpalke

- 1.) Toplotno črpalko, za katero se odločimo, da jo bomo testirali, moramo najprej pregledati, potrditi in poskusno preizkusiti po postopku, kot ga izvajamo v proizvodnji toplotnih črpalk – preverimo funkcionalnost električnega grelca, kompresorja, ventilatorja, elektronike. Držimo se protokola kot je naveden v dokumentu »NA 7.5-HTE01-8 Navodila za delo končna kontrola SCHUCO HTE 01 HP DW-7«.
- 2.) Odpremo vrata komore in namestimo ploščad iz nerjavečega jekla po kateri lahko sanitarno toplotno črpalko zapeljemo v komoro s paletnim vozičkom.
- 3.) Preverimo pozicijo grelnih teles, vodnih priključkov in kondenz posode.



- 4.) Toplotno črpalko postavimo na mesto, ki nam ustreza glede na dolžino vodnih priključkov – priključek hladne in tople vode. Odstranimo voziček in ploščad, zapremo vrata.
- 5.) Sledi menjava tesnil, ki jih uporabljamo na vodnem delu in pritrditev teh priključkov na bojler.
- 6.) V cirkulacijski priključek bojlerja vstavimo in pritrdimo tulko, v katero namestimo tipalo z imenom »Bojler«.
- 7.) Na sredinsko koleno na uparjalniku pritrdimo tipalo »Temperatura uparjalnika«, ter tipalo »Temperatura« na zeleno mesto. TČ testiramo vedno z ohišjem/havbo!
- 8.) V primeru, ko testiramo toplotno črpalko z vodenim zrakom, je potrebno na strani izpiha namestiti koleno 90° in podaljšano cev dolžine vsaj 50cm, da ne prideta v kontakt vstopni in izstopni zrak-posledično večja podhladitev uparjalnika.
- 9.) Namestimo tipalo vstopnega zraka tako, da fiksiramo nosilne roke tako, da je šop regulacijskih tipal in tipalo vstopnega zraka ter merilec vlage neposredno na vstopu v toplotno črpalko. Na izstopu pa namestimo tipalo izstopnega zraka.



- 10.) Če toplotna črpalka še nima nameščene cevi za odvod kondenzata, je le to potrebno namestiti. Fiksiramo jo z objemko ali vezico, ter odvedemo v odtočno posodo ali direktno v odtok.



- 11.) Sledi nameščanje oziroma polnjenje bojlerja s pripravljeno hladno vodo, ki mora imeti 10°C. To storimo tako, da na namizju poiščemo ikono z imenom EN16147. Sledi dvoklik in zažene se nam program. Da začnemo polniti sistem, pritisnemo na tipko »Polnjenje sistema«. Ob tem kliku, se bodo odprli vsi potrebni elektro-magnetni ventili in voda bo stekla s hitrostjo 10l/min, če je dušilni ventil pravilno nastavljen.
- 12.) Med časom, ko se polni bojler nastavimo regulacijo temperature in vlage, ki jo želimo doseči v času testiranja. Znotraj komore je na strani obešen vlažilnik Carel z ločenim regulatorjem. Ta vlažilnik vključimo, počakamo, da se sinhronizira in nastavimo vlažnost.



- 13.) Temperaturo v komori nastavimo pri računalniku. V dozi se nahajajo štiri stikala in štirje regulatorji Dixell. S stikali vključimo Dixell-e. Počakamo, da se sinhronizirajo in vsakega nastavimo. V primeru, da želimo imeti v komori 15°C, nastavimo prvi Dixell za ogrevanje na 14,3°C, drugega na 14,5°C, prvi Dixell na hlajenje na 15,3°C in drugega na 15,5°C.

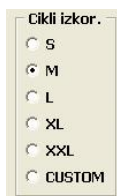


- 14.) Nato vpišemo podatke, ki so nam aktualni za opravljanje meritve. Ti podatki so:

- Tip toplotne črpalke (vpišemo celotno ime TČ, ki jo testiramo),
- Serijska številka (vpišemo jo v primeru, če imamo napisno tablico na TČ),
- Netto volumen bojlerja (vnesemo volumen bojlerja v litrih),
- Temp. zraka v komori (temperatura zraka, pri kateri se izvaja meritev),
- Temp. vstopne vode (temperatura vstopne vode, pri kateri se izvaja meritev-10°C),
- Set temp. top. črpalke (vrednost na katero bo grela toplotna črpalka),
- Mirovanje (mirovanje ali histereza toplotne črpalke),
- Relativna vlaga (vlažnost, ki smo jo nastavili v komori).

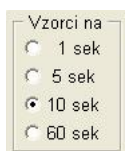
Vzorci na 1 sek 5 sek 10 sek 60 sek	Ciklji izkor. S M L XL XXL CUSTOM	NASTAVITVE TRENUTNO RUN 10/41
Tip toplotne črpalke TČ1VZRT 450 G DZ	Novo 0 s Doseženo: 1401 Varnostni čas: 0 s	Zelen pretok: 10.0 l/min Trenutni pretok: 0.0 l/min
Serijska številka	Polnjenje sistema	
Netto volumen bojlerja 100 L	Temp. zraka v komori 15 °C	Temp vstopne vode 10 °C
Set temp. top. črpalke 55 °C	Mirovanje 15 °C	
Relativna vlaga 70 %		

- 15.) Sledi izbira cikla izkoriščanja. Glede na velikost bojlerja se le ta predhodno določi. Cikel izberemo tako, da označimo piko pred imenom cikla. V kolikor cikla nismo izbrali, ne moremo izvesti nobene meritve, kljub preskoku faze. V kolikor B ne bo upoštevan, ga preskoči, kljub izbranem ciklu.



16.) Pritisnemo tipko nastavitve. Tu se nam pojavi okno v katerem izbiramo med tipi izkoriščanja tople vode. V tem podoknu tudi nastavimo same cikle izkoriščanja. V osnovi so pred nastavljeni standardni cikli »S,M,L,XL,XXL«, potrebno pa je pred zagonom vsake meritve še pogledati tabelo Kalibracija, v kateri imamo vpisane offset vrednosti tipal, pretokov. Ob prvi kalibraciji smo ugotovili, da je potrebno nastaviti offset pretočnega merilca na 1.025, kar pomeni +2,5%. Offset vrednosti pretoka je faktor množenja vrednosti. V kolikor jo želimo znižati pod merjeno vrednost, jo množimo s številom manjšim od 0.

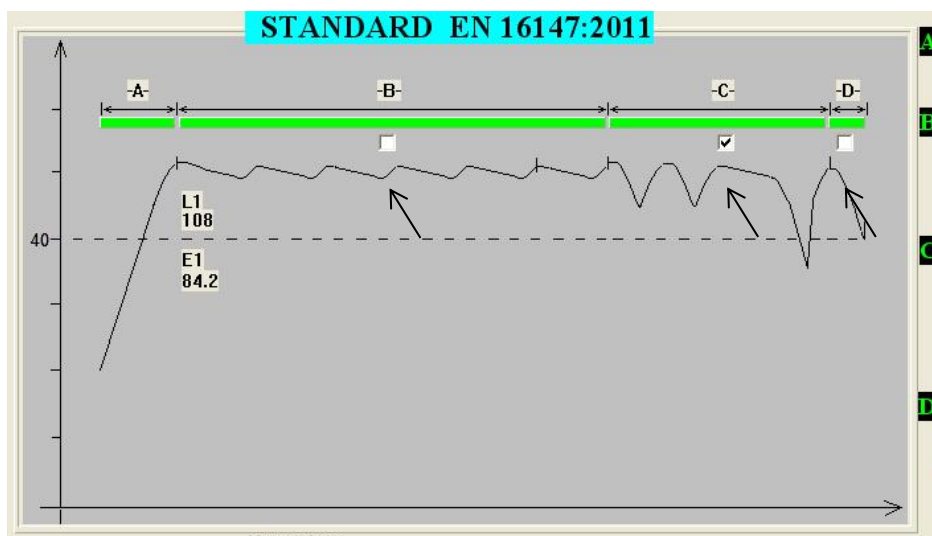
17.) Nato izberemo čas vzorčenja, ki ga želimo doseči. Opcijsko se nam ponujajo vzorci na 1s, 5s, 10s in 60s.



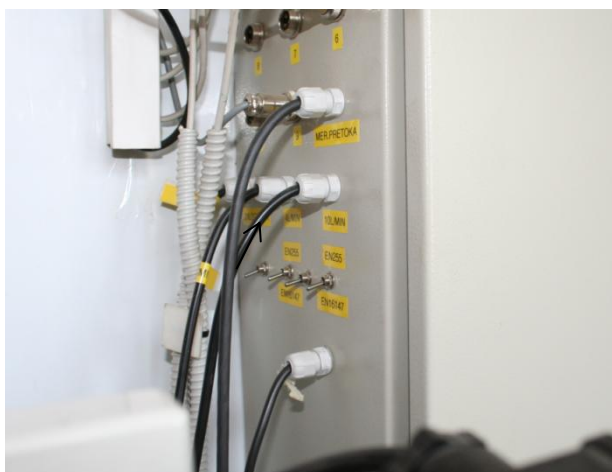
18.) Časovno okno programa moramo nastaviti na Run-obkljukati, povezovalni port določiti na COM6, Baud rate na 9600, pariteto na BREZ in Stop bite na 2.



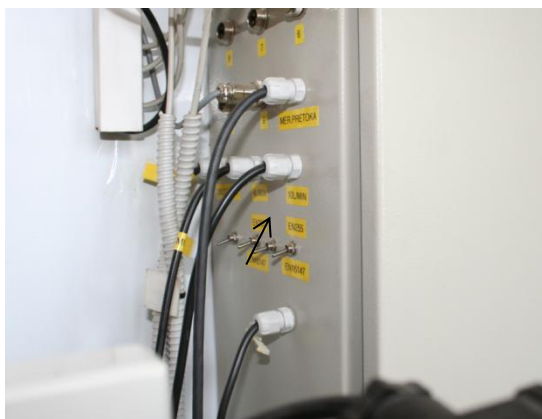
19.) V kolikor se odločimo za celoten testni protokol, moramo obkljukati okenca, ki se nahajajo nad regulacijsko krivuljo poteka meritve. Opcijsko nam proga ponuja štiri vrste meritev. Fazo A v nobenem primeru ne moremo preskočiti, saj je to ogrevalna faza do set pointa TČ. Druga faza »B«, je faza v kateri se določi Pes-izgube TČ v času pripravljenosti. Njen končen rezultat je viden v rubriki B-električna energija v pripravljenosti. Tretja faza »C« je faza, kjer se določi COP, in je odvisen od cikla izkoriščanja, Pesa in električne porabe v tem času. V kolikor izvajamo le to fazo je potrebno v okence pod regulacijsko krivuljo ročno vnesti Pes in odkljukati »B« in »D«. Če želimo izvesti določitev količine tople vode, ki jo imamo na razpolago v TČ, izberemo cikel D. Podatki se nam po opravljeni meritvi pojavijo v rubriki D-referenčna temperatura tople vode.



- 20.) Pred testiranjem, se moramo še odločiti, kakšen sistem bomo testirali. V primeru, da testiramo sistem z vodenim zrakom, je potrebno opraviti premostitev tipala za izstopno vodo. Stikalo mora biti obrnjeno navzdol v primeru, da testiramo črpalko v komori, v kolikor pa testiramo črpalko na vodenem zraku, pa navzgor.



- 21.) Poleg stikala za premostitev tipala izstopne vode, pa moramo tudi pravilno izbrati standard, po katerem želimo meriti. Stikala morajo biti obrnjena navzdol, proti napisu EN16147 ali pa proti napisu EN255.



- 22.) Priprava hladne vode: Hladna voda se pripravlja v oranžnem zalogovniku, ki se nahaja v sobi z regulacijo. Na toplotni črpalki, za hlajenje vode, sta dva regulatorja Dixell. Eden je vezan na električni grelec, za segrevanje vode, drugi pa na TČ, ki ohlaja vodo. Voda, ki je zahtevana po EN16147, mora imeti 10°C. Regulator električnega grelca nastavimo na Set 9,5°C, Set TČ pa na 10,3°C.



- 23.) Ko smo vnesli vse potrebne podatke, je potrebno preveriti, če se nam je napolnil bojler TČ in v nasprotnem primeru počakati, da voda priteče oz. zakroži skozi stezo, da se odzrača.
- 24.) V primeru, ko potrdimo prejšnjo fazo in imamo vpisane vse podatke, lahko zaženemo toplotno črpalko v komori. S tem opravimo še zadnjo preverbo parametrov, ki so nastavljeni na toplotni črpalki in po potrebi nastavitve spremenimo v primeru, kjer je zahtevana drugačna diferenca, set point...
- 25.) Ko smo to opravili pritisnemo na programu EN16147 gumb z imenom Start postopka. S tem se je merjenje začelo.

Sporočila protokola	
test_crc ->CRC OK	100 L
OUT 0A03010B0001P54P	Temp. zraka v komori
test_crc ->CRC OK	15 °C
OUT 0A03010E0001E54E	Set temp. top. črpalke
test_crc ->CRC OK	55 °C
OUT 0406001E0000E999	Relativna vlaga
	70 %

SNEMANJE

1
7
0A 0302 000A 9082

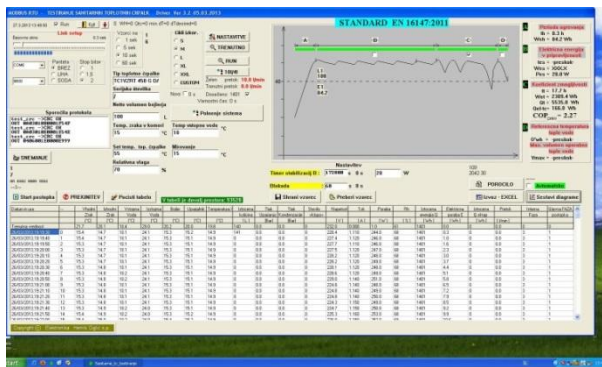
- 26.) Ko bodo posamezni sklopi meritev oz. delov opravljeni, se bodo vrednosti dopolnjevale v stolpce desno zgoraj.

Perioda ogrevanja
th = 0.3 h
Wth = 84.2 Wh
Elektrčna energija v pripravljenosti
tes = -preskok-
Wes = 3000X
Pes = 20.0 W
Koeficient zmogljivosti
ti = 17.7 h
Wet = 2309.4 Wh
Qt = 5535.0 Wh
Qelco = 166.0 Wh
COP _(th+V) = 2.27
Referenčna temperatura tople vode
O'wh = -preskok-
Max. volumen uporabe tople vode
Vmax = -preskok-

- 27.) Ko se meritev zaključi, proga avtomatsko preneha z beleženjem podatkov v tabeli in izpiše končen rezultat v stolpce desno zgoraj. Slika iz točke 21.
- 28.) Sledi klik prekinitve in izvoz merilnih podatkov. To storimo tako, da na desni strani kliknemo gumb Poročilo. Tako se nam avtomatsko na disku C:\arhiv\pročila kreira mapa s podatki, ki smo jih prej vnesli v pogovorna okna. Sledi še izvoz merilnih podatkov s klikom na Izvoz-excel, kjer pa moramo kot uporabnik izbrati mapo, kamor podatke izvozimo. Priporočam izbiro mape, kjer se nam je kreiralo poročilo, da imamo podatke na enem mestu.



- 29.) Sledi slikanje zaslona s funkcijo »prt sc«, kjer slikamo zaslon z rezultati, da imamo tudi izračunane in nastavljene vrednosti na vidiku. To sliko nato odpremo v slikarju in jo shranimo v enako mapo, kot je poročilo.



- 30.) V kolikor smo zaključili s testiranjem toplotne črpalke, ki je bila v komori, jo najprej izključimo iz električnega omrežja, ter izključimo tudi vlažilnik in regulacijo na Dixell-ih. Nato moramo preklopiti ventile, ki se nahajajo v komori. Na vstopni vodi se nahajajo trije ventili. Zapremo najprej tistega, ki je najbolj oddaljen od toplotne črpalke in nato odpremo sredinskega. S tem bo začela voda odtekati iz bojlera. Če želimo vodo hitro odstraniti iz boilerja, priporočam že na začetku odstranitev priključka tople vode, za boljšo pretočnost zraka.
- 31.) Ko smo vodo iztočili, zapremo vse tri ventile in odstranimo tudi priključek za hladno vodo ter temperaturna tipala, koleno in tulko v boilerju.
- 32.) Ponovno namestimo ploščad za izvoz TČ iz komore in jo s paletnim vozičkom odpeljemo.

Legenda:

Ime	Pomen
Vhodni zrak [°C]	Tipalo na vstopu v TČ prikazuje temperaturo vstopnega zraka
Izhodni zrak [°C]	Tipalo na izstopu TČ prikazuje temperaturo izstopnega zraka
Vstopna voda [°C]	Tipalo prikazuje temperaturo na vstopu v bojler
Izstopna voda [°C]	Tipalo prikazuje temperaturo na izstopu iz boilerja
Bojler [°C]	Tipalo prikazuje temperaturo v cirkulacijskem priključku boilerja
Uparjalnik [°C]	Tipalo prikazuje temperaturo na uparjalniku, če smo ga tja montirali
Temperatura [°C]	Tipalo prikazuje zeleno temperaturo na mestu, kjer smo ga montirali
Iztočena količina [L]	Prikazuje volumen iztoka med meritvijo
Tlak uparjanja [bar]	Prikazuje tlak na sesalni strani TČ – ni priključen
Tlak kondenzacije [bar]	Prikazuje tlak na tlačni strani TČ – ni priključen
Število vklopov	Števec, ki šteje vklope TČ med testiranjem
Napetost [V]	Napetost, ki smo jo dobili iz električnega omrežja v času vzorčenja
Tok [A]	Tok, ki smo ga potegnili v času delovanja TČ v času vzorčenja
Poraba [W]	Trenutna električna poraba v času vzorčenja
Rh [%]	Trenutna vlaga v času vzorčenja
Iztočena energija Q [Wh]	Iztočena energija trenutnega izkoriščanja v času vzorčenja
Električna poraba E [Wh]	Števec električne porabe med posamezno fazo testiranja
Iztočena Qel-tap [Wh]	Pribitki v posameznem iztoku vode zaradi nedoseganja dT po standardu
Pretok [l/min]	Pretok, ki smo ga dosegali med izkoriščanjem v času vzorčenja
Interna Faza	Stopnja v kateri se nahajamo – programskega pomena
Glavna faza postopka	Faza v kateri se nahajamo – programskega pomena
Časovno okno	Čas vzorčenja krmilne elektronike
COM in BAUD RATE	Komunikacijski protokol – programskega pomena
Pariteta in Stop biti	Komunikacijski protokol – programskega pomena
Vzorci na	Določitev časa vzorčenja za podatke meritev – excel datoteka
Tip toplotne črpalke	Tip, ime TČ, ki jo testiramo
Serijska številka	Identifikacijska številka, ki jo določi proizvajalec
Netto volumen boilerja [l]	Količina vode, ki jo lahko zadrži boiler
Temp. zraka v komori [°C]	Temperatura zraka, ki jo nastavimo na regulaciji-zelena temperatura
Temp. vstopne vode [°C]	Temperatura pripravljene hladne vode po standardu
Set temp. top. Črpalke [°C]	Nastavljena, zelena vrednost na katero TČ ogreva vodo v boilerju
Mirovanje [°C]	Vrednost histereze, ki jo določimo na TČ – spust temp. po izklopu TČ
Relativna vlaga [%]	Nastavljena vlažnost na regulatorju vlažilca v komori
Th [h]	Čas ogrevanja vode v boilerju toplotne črpalke
Weh [Wh]	Poraba v periodi ogrevanja
Tes [h]	Čas, ki je bil potreben za izračun porabe električne energije v času pripravljenosti
Wes [Wh]	Energija, ki smo jo porabili v času pripravljenosti
Pes [W]	Poraba v času pripravljenosti-izgube boilerja
Tt [h]	Čas meritve za določevanje COP
Wet [Wh]	Energija, ki jo je bilo potrebno vložiti v času določevanja COP
Qt [Wh]	Koristna energija, ki jo dobimo med ciklom izkoriščanja
Qel-tc [Wh]	Pribitki zaradi nedoseganja dT med vstopno in izstopno vodo
COPdhw	Izkoristek toplotne črpalke po standardu EN16147
O'wh [°C]	Povprečna temperatura izstopne vode
Vmax [l]	Količina tople vode, ki je na voljo v TČ
Gumb Start postopka	Gumb za začetek merilnega postopka
Gumb PREKINITEV	Gumb za prekinitev merilnega postopka
Gumb SNEMANJE	Gumb za snemanje podatkov, če merimo kaj drugega v komori
Gumb Počisti tabelo	Gumb za izbris vseh podatkov iz tabele
Gumb Polnjenje sistema	Gumb za sprožitev elektro-magnetnih ventil in začetek iztoka vode
Gumb NASTAVITVE	Gumb, ki odpre pogovorno okno za nastavitve ciklop izkoriščanja
Gumb TRENUTNO	Gumb, ki odpre pogovorno okno, ki prikaže trenutno stanje, kjer se nahajamo v ciklu izkoriščanja
Gumb 10l/4l	Gumb, s katerim izberemo pretok v času polnjenja in verifikacije pretoka za stezo
Gumb Shrani vzorec	Gumb, ki shrani vzorec iz tabele
Gumb Preberi vzorec	Gumb, ki povzroči branje vzorca, ki je bil predhodno shranjen

Gumb POROČILO	Gumb, ki kreira poročilo in datoteko na C disku
Gumb Izvoz – Excel	Gumb, s katerim izvozimo excelovo datoteko za nadaljnjo obdelavo podatkov
Gumb Sestavi diagrame	Gumb, s katerim izvozimo diagrame-posamezne vrednosti- celota