



Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

1 MW Seawater Heat Pumps Assisted Solar System
More Than 30 Years of Operation

Dipl.-Ing. Slobodan Pejković

E-mail: s.pejkovic@mts.rs



Sprega solarnog sistema i toplotnih pumpi koja je u našem okruženju prvi put primenjena 1984. godine je najefikasnije rešenje koje se dugi niz godina primenjuje za potrebe sistema klimatizacije i pripreme sanitarne tople vode (STV) kod različitih objekata (hotela, poslovnih prostora, stambenih zgrada).

Sistem izgrađen u Budvi u hotelskom kompleksu „Budvanska Rivijera“ je 30 godina radio bez većih intervencija i omogućio značajnu uštedu energije. Zbog potreba sigurnosti i pouzdanosti u radu sistema, početkom 2013. godine je započeta sanacija instalacija po fazama koja je završena 2014. godine.

STANJE I TEHNOLOŠKE MOGUĆNOSTI JUGOSLOVENSKE PRIVREDE U PROIZVODNJI SOLARNIH KOLEKTORA I TOPLOTNIH PUMPI PRE VIŠE OD 30 GODINA

U periodu od 1980. do 1985. godine krenuo je nagli razvoj opreme koja se primenjivala u sistemima grejanja, hlađenja i pripremi STV. Rezultat je bio sistem za pripremu sanitarne tople vode u hotelskom kompleksu “Budvanska Rivijera”. To je bio prvi takav sistem na jugu Evrope.

Po današnjim merilima taj sistem je bio energetski vrlo efikasan. Svi značajni elementi sistema su bili proizvedeni u Jugoslovenskim preduzećima. Solarne kolektore je proizvodio “IMP Klimat”, a rashladne kompresore i toplotne pumpe “Frigostroj” iz Beograda.

Proizvodili su se sistemi snage grejanja do 3 MW.

❑ Podaci o objektu

Hotelski kompleks “Budvanska rivijera” u Budvi se sastoji od dva hotela (Slovenska Plaža i Aleksandar) sa 2.830 kreveta. Za pripremu STV je instalisan solarni sistem spregnut sa tri toplotne pumpe. Sistem je pušten u rad u maju 1984. godine.

❑ Karakteristike sistema pre sanacije

- *Slovenska Plaža*

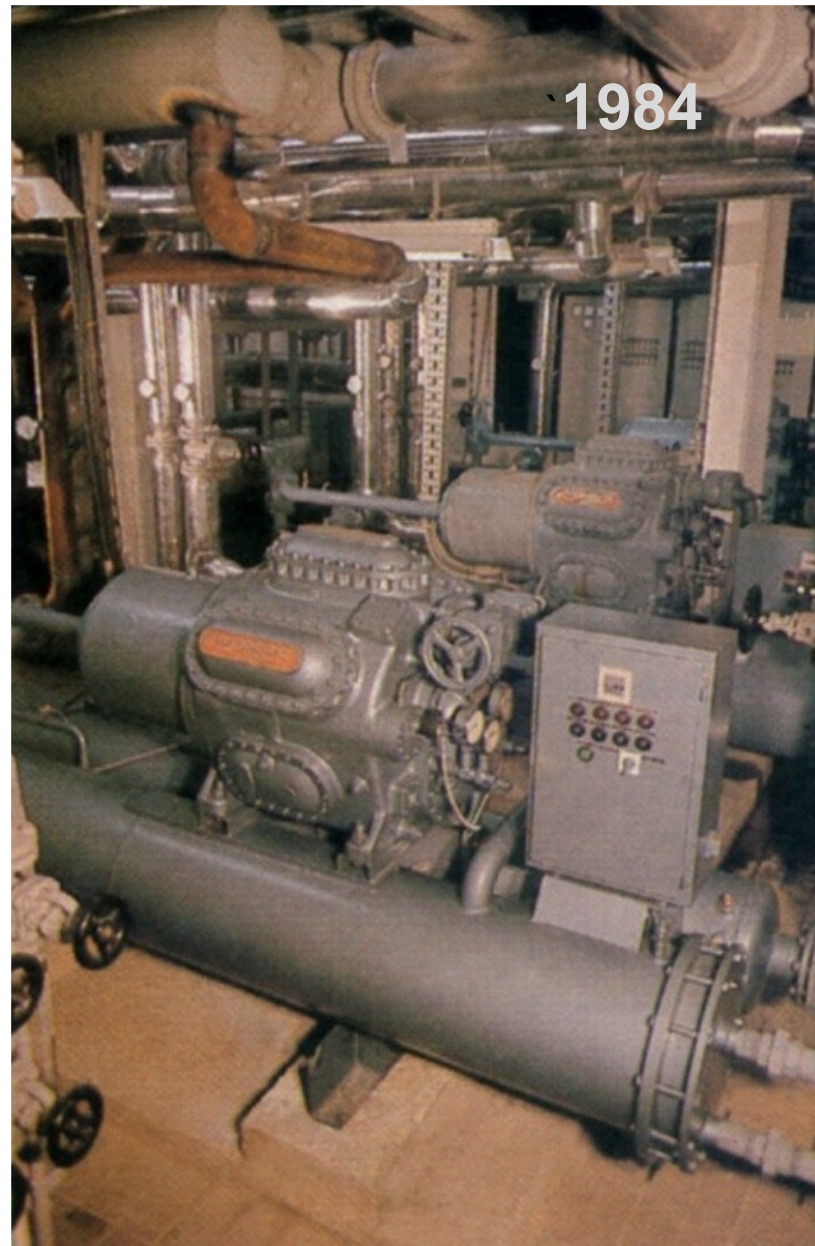
Solarno polje je napravljeno od 1734 solarna kolektora ukupne površine 2.427,6 m²; proizvod „IMP Klimat“ iz Ljubljane.

- Nominalna snaga grejanja je 2.23 MW,
- Akumulacija STV; 7 rezervoara od po 50 m³; ukupno 350 m³

Alternativno grejanje STV je pomoću 3 toplotne pumpe koje kao izvor toplote koriste morsku vodu; proizvod „Frigostroj“ iz Beograda.

- Nominalna snaga grejanja je 3 x 310 kW, ukupno 930 kW
- Maksimalna temperatura STV dobijena od toplotnih pumpi je 45°C.

- ***Hotel Aleksandar*** - priprema STV; električni kotao snage 300 kW



Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

□ Karakteristike sistema posle sanacije

Staro solarno polje zamenjeno je novim energetski efikasnijim koje se sastoji od 960 solarnih kolektora ukupne korisne površine od 1.847 m²; proizvod „HIDRIA” – Slovenija; tip FK 8200 N 4A Cu-Al

Dimenzije:

- Visina, širina, debljina: 1.731 m; 1.170 m; 0.084 m

Korisna površina: 1.695 m x 1.135 m = 1.924 m²

Radni fluid: propilen glikol / voda

Korisna toplotna energija (računska) dobijena od kolektora 1400 MWh godišnje sa prosečnom temperaturom od 55°C

Akumulacija STV; 4+3 rezervoara od po 50 m³; ukupno 350 m³

Hotel Aleksandar je priključen na sistem za pripremu STV.



Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu



Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

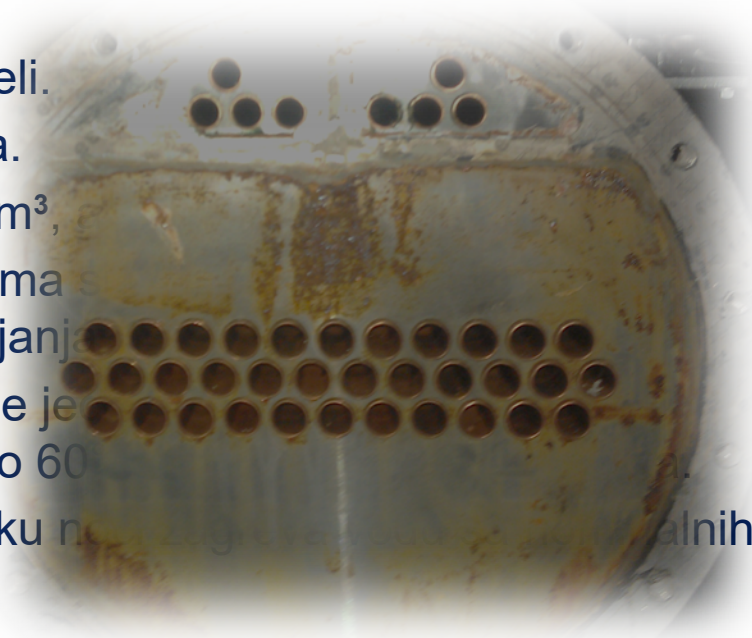


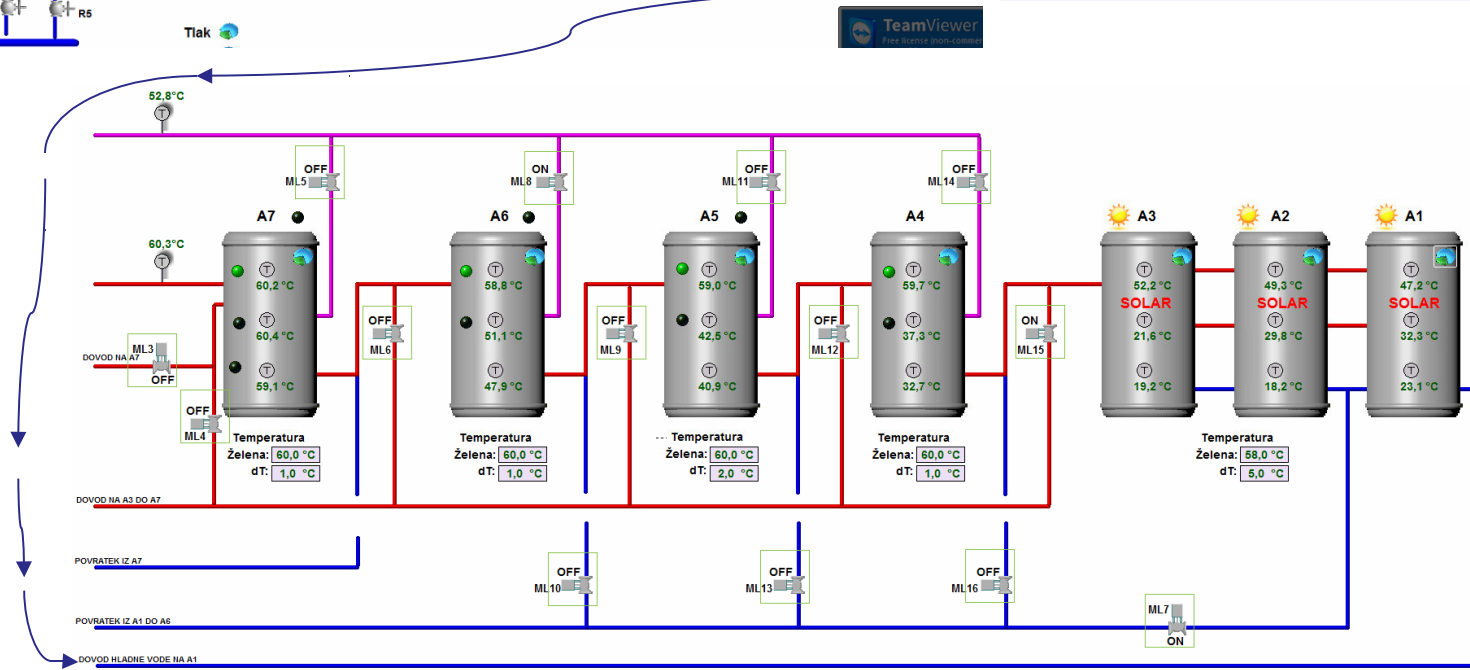
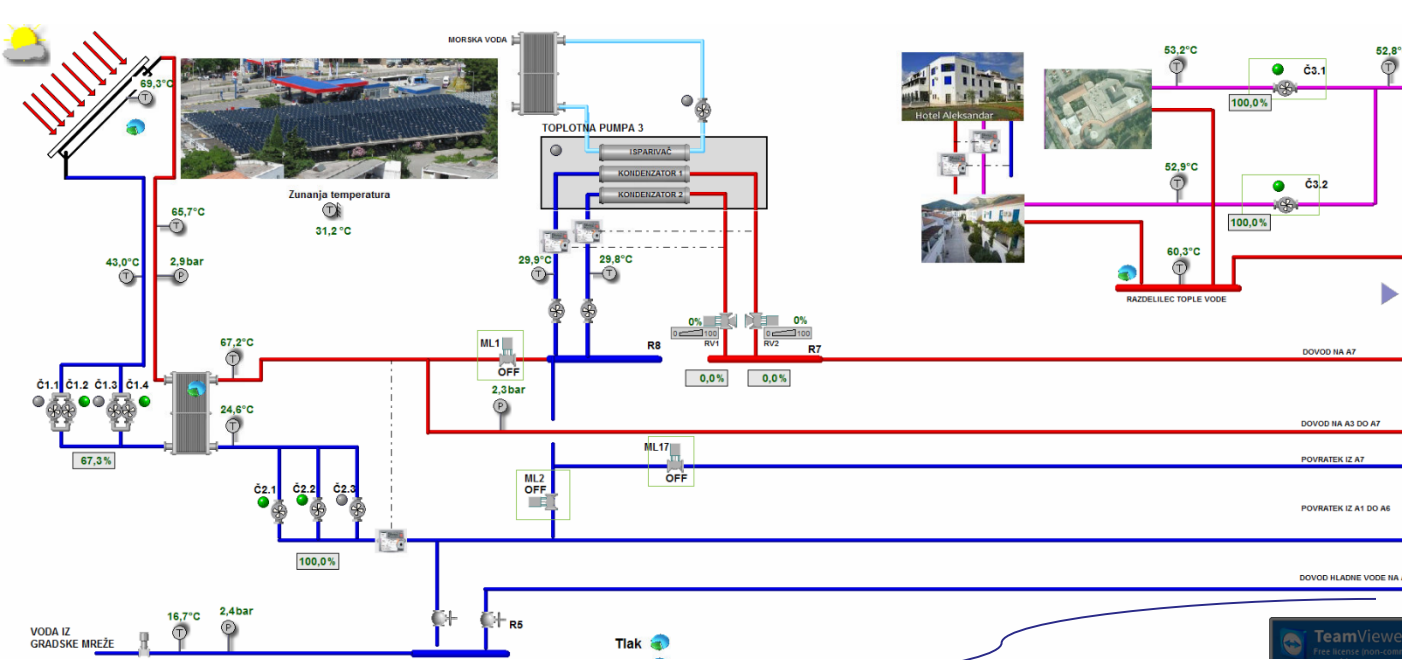
Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

- Stare toplotne pumpe (3 kom.) su u radu od 1984. godine.
- 2013. godine isporučena i ugrađena nova toplotna pumpa na mesto treće toplotne pumpe koja nije u radnom stanju od 2006. god.
- Nova toplotna pumpa ima kapacitet grejanja sa kojim se mogu pokriti potrebe objekta (480 do 550 kW). Stare toplotne pumpe (2 kom) su radna rezerva.
- Da bi se nova toplotna pumpa zaštitila od nepovoljnog uticaja morske vode ugrađen je titanijumski rastavljivi pločasti razmenjivač toplote (morska voda – obična voda) između vodozahvata morske vode i toplotne pumpe.
- Sistem radi od aprila do novembra kada rade i hoteli.
- Stare TPV-V radile oko 31% raspoloživog vremena.
- Potrebna akumulacija sanitarne tople vode je 160 m³,
- U hladnijem periodu godine nova toplotna pumpa ima COP = 4,37, a u letnjem režimu rada ima snagu grejanja
- Da bi se sprečila pojava legionele potrebno je da se je temperatura vode u akumulacionim rezervoarima do 60
- Rhoss-ova toplotna pumpa ima DualSetPoint; u toku n maksimalnih 48°C na maksimalnih 60°C.

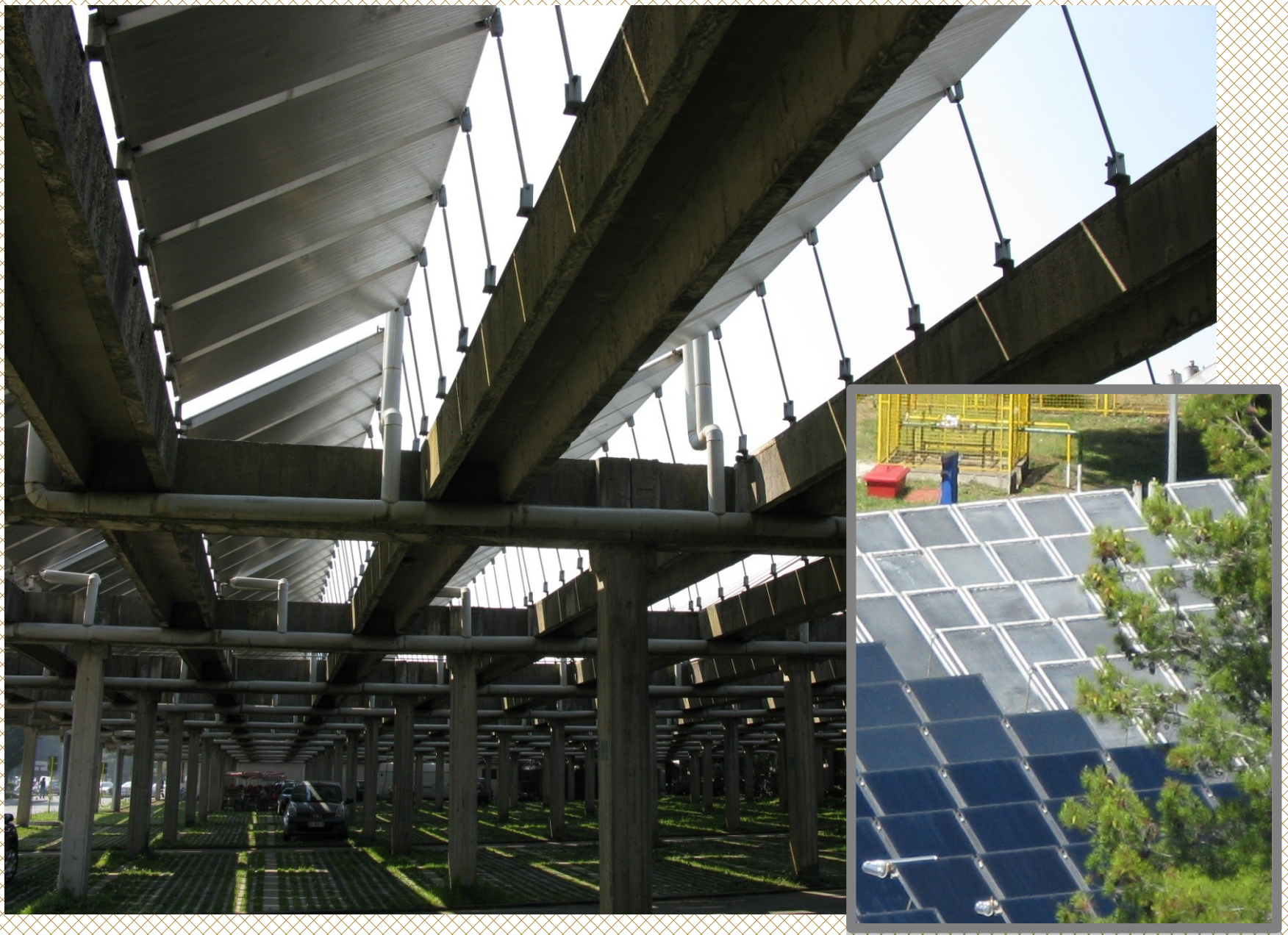




Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

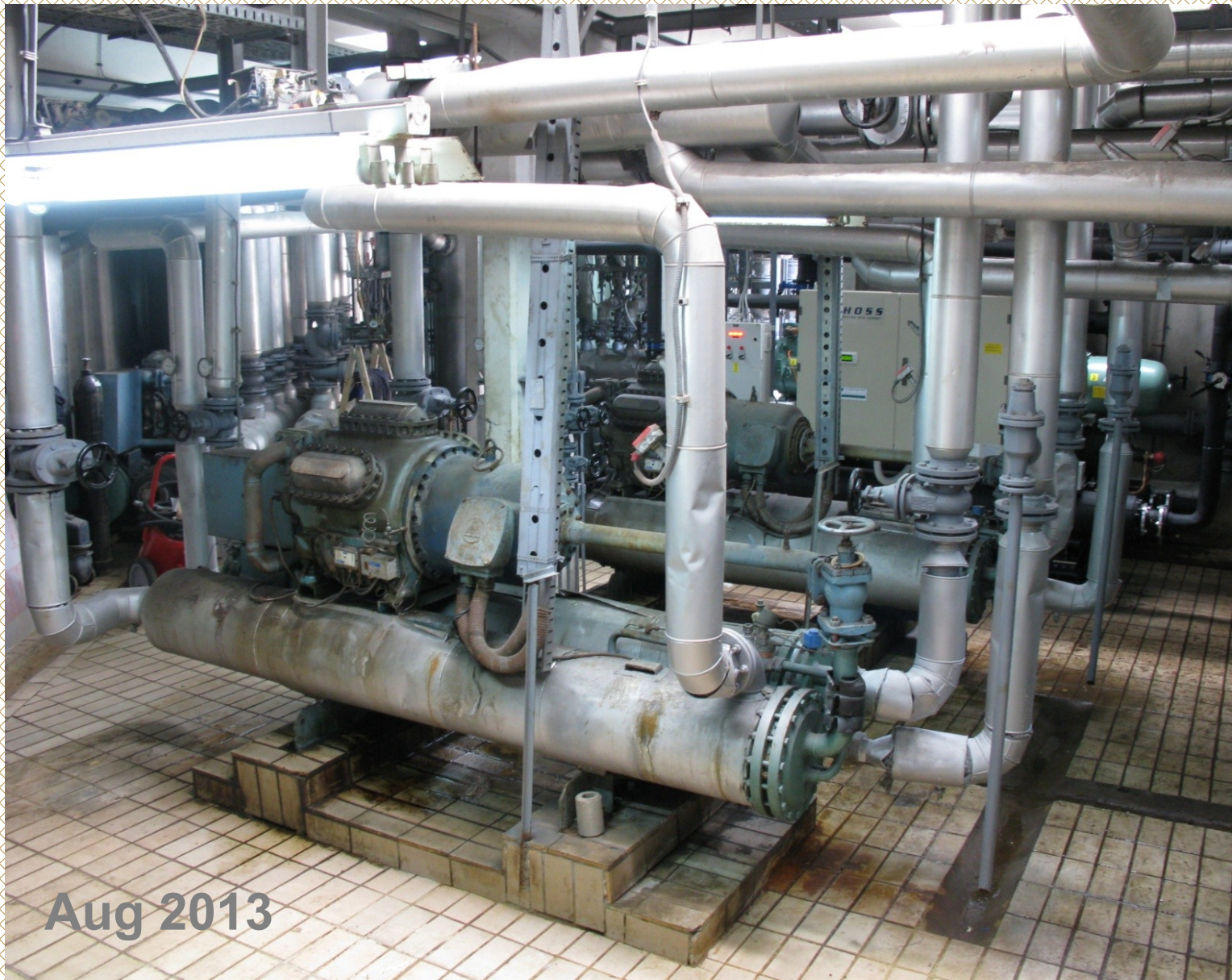
Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu



Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu



Aug 2013

Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

13

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu



Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

Toplotna pumpa V-V (1 kom) Rhoss TCHVR7. 2400

Snaga grejanja	477 kW
Apsorbovana snaga	109 kW
COP	4.37

Temperatura vode na ulazu u isparivač	15°C
Temperatura vode na izlazu iz kondenzatora	50°C

Kompresor (2 kom) Bitzer CSU 7582 100V 40D

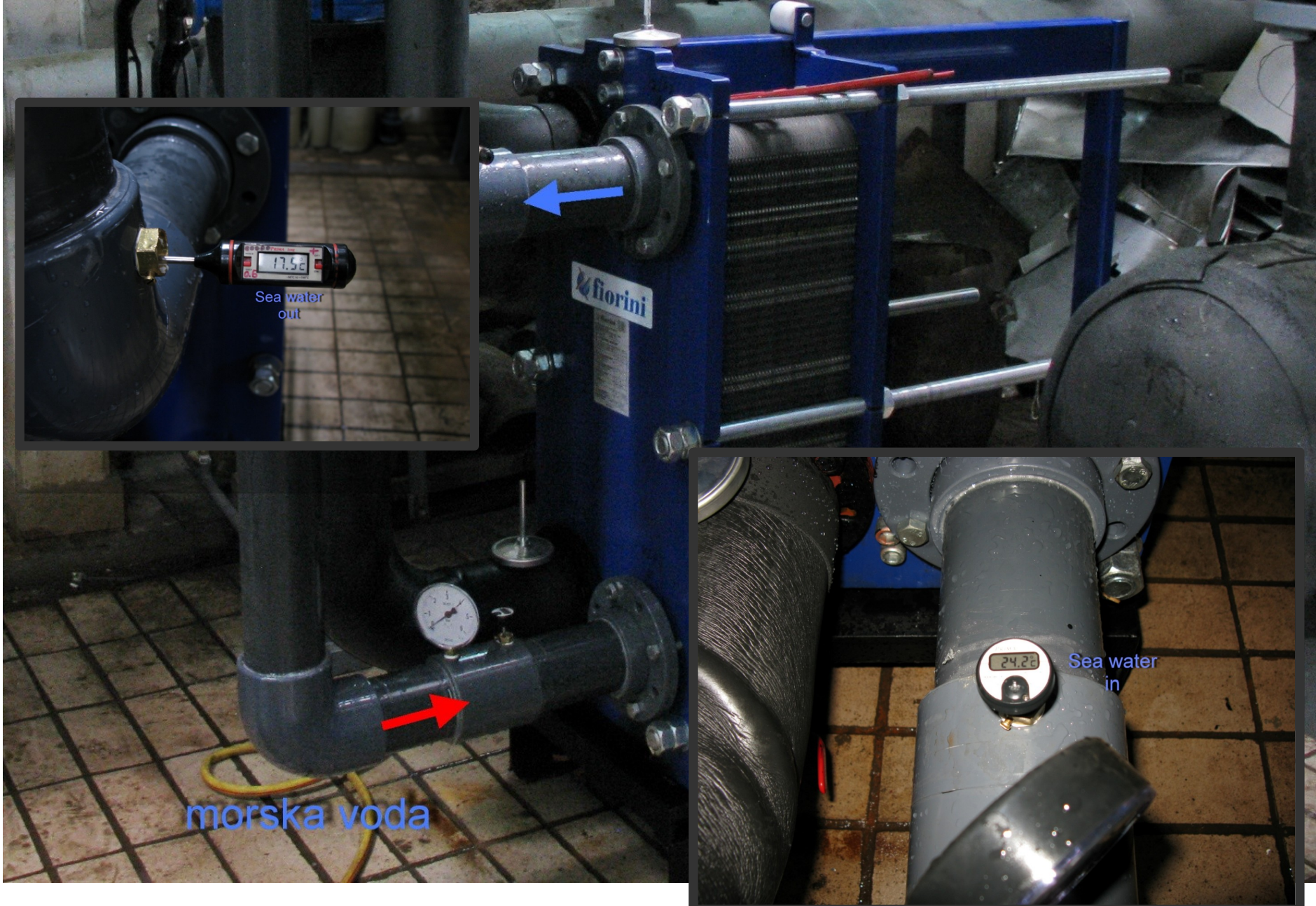
Rashladno sredstvo	R134a
Električna snaga	85 to 112 kW

Water temp. at the condenser



Water temp. at the evaporator





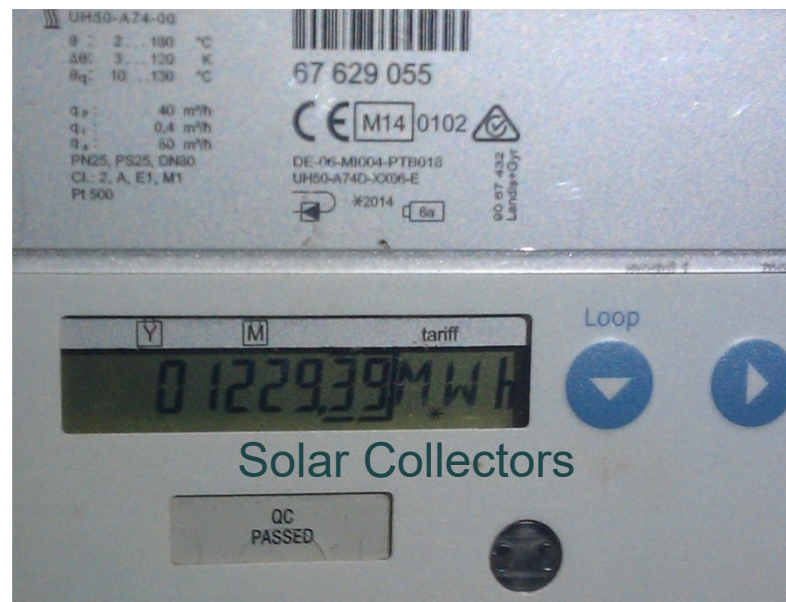
Budva, 23. septembar 2016.

Slobodan Pejković

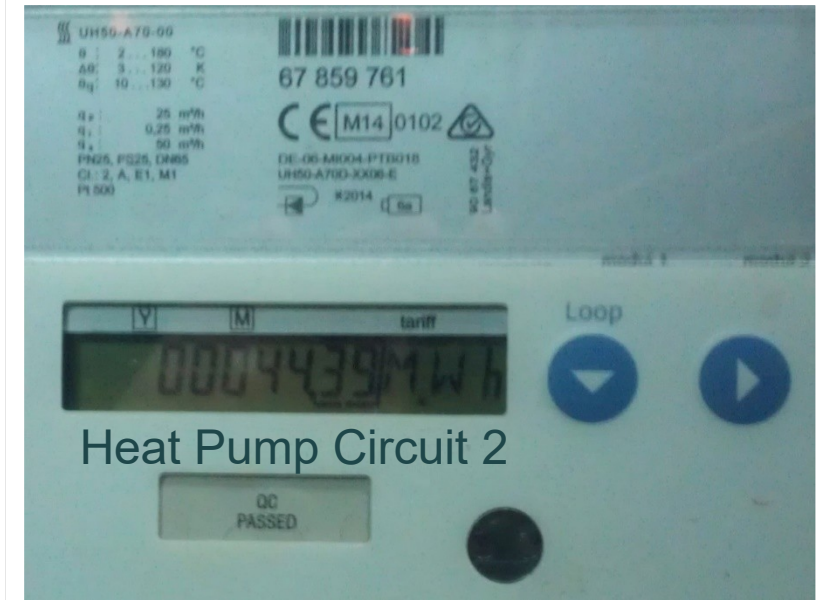
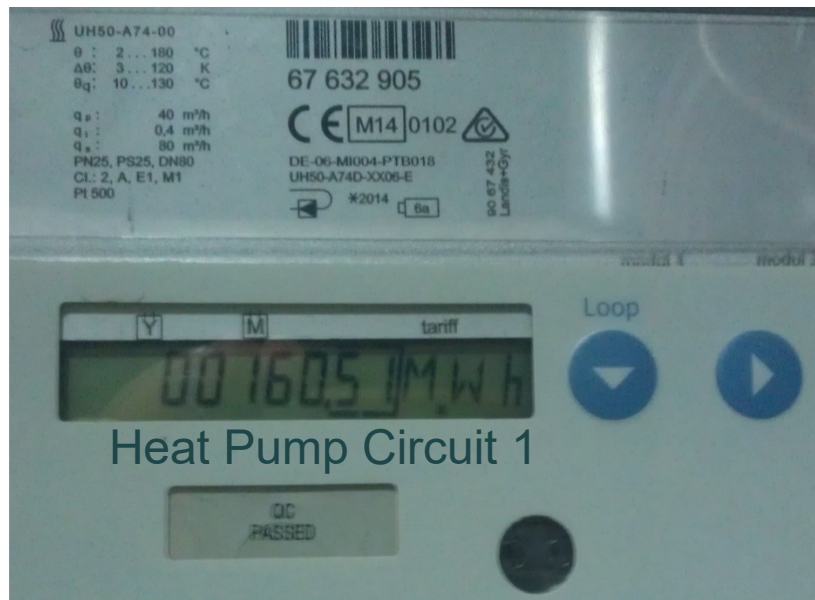
Sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama snage grejanja oko 1 MW - više od 30 godina u radu

Merenje toplotne energije

Kalorimetri su povezani i pušteni u rad u aprilu 2015.



Vrednosti su očitane 20. sept. 2015.



Rezultati proračuna iz komercijalnog programa za pločaste (ravne) solarne kolektore.

ukupno	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
Srednja mesečna ozračenost – horizontalno u kWh/m²							
1246	149	199	215	228	199	146	110
Zračenje na aktivnu solarnu površinu u MWh							
2320	283	346	356	388	367	305	275
Termički gubici na kolektorima u MWh							
898	169	116	106	105	101	117	184
Termički gubici – cevni razvod u MWh							
22	4	3	3	3	2	3	4
Korisna toplotna energija dobijena od kolektora u MWh							
1400 / 1229	110	227	247	280	264	185	87

July 2014 date	Number of guests			Total No.	Water consumption [m ³ /day]
	Hotel Slovenska Plaža		Hotel Aleksandar		
	Lux	Standard			
1	703	1150	464	2317	142
2	671	1226	438	2335	140
3	634	1300	452	2386	142
4	664	1254	448	2366	143
5	672	1185	472	2329	141
6	660	1074	480	2214	140
7	630	1070	496	2196	136
8	628	978	483	2089	133
9	639	1112	479	2230	125
10	649	1257	472	2378	136
11	637	1062	423	2122	150
12	634	1046	425	2105	166
13	627	1047	440	2114	160
14	616	1136	454	2206	152
15	626	1237	454	2317	144
16	628	1355	442	2425	155
17	616	1447	441	2504	130
18	677	1348	436	2461	139
19	675	1407	402	2484	136
20	657	1392	443	2492	150
21	646	1397	468	2511	139
22	655	1414	484	2553	153
23	627	1442	484	2553	152
24	616	1450	478	2544	144
25	611	1410	480	2501	142
26	617	1465	468	2550	137
27	639	1475	451	2565	150
28	631	1496	478	2605	150
29	658	1456	465	2579	170
30	679	1448	464	2591	160
31	678	1402	441	2521	169

Juli 2014.

**STV - Energija iz
rezervoara**

Ukupno 210 MWh

- Solar 178 MWh
- TP 32 MWh

Jul 4526 m³

Aug 2014 date	Number of guests			Water consumption [m ³ /day]	
	Hotel Slovenska Plaza		Hotel Aleksandar		Total No.
	Lux	Standard			
1	698	1427	482	2607	165
2	682	1408	482	2572	167
3	707	1410	459	2576	164
4	713	1414	482	2609	153
5	721	1430	495	2649	150
6	696	1462	486	2644	144
7	693	1451	491	2635	145
8	693	1454	476	2623	139
9	727	1437	453	2617	148
10	729	1433	475	2637	145
11	754	1346	461	2561	144
12	806	1372	483	2661	139
13	789	1384	473	2646	140
14	794	1375	485	2654	137
15	780	1319	502	2601	148
16	754	1345	491	2590	159
17	752	1218	488	2458	140
18	802	1260	489	2551	129
19	732	1194	471	2397	147
20	652	1411	447	2510	136
21	651	1396	443	2490	140
22	645	1371	424	2440	141
23	602	1344	357	2303	130
24	584	1154	339	2077	145
25	531	1271	343	2145	130
26	539	1166	325	2030	135
27	479	1237	311	2027	116
28	446	1226	287	1959	128
29	477	1268	295	2040	120
30	460	1285	339	2084	118
31	429	1147	366	1942	120

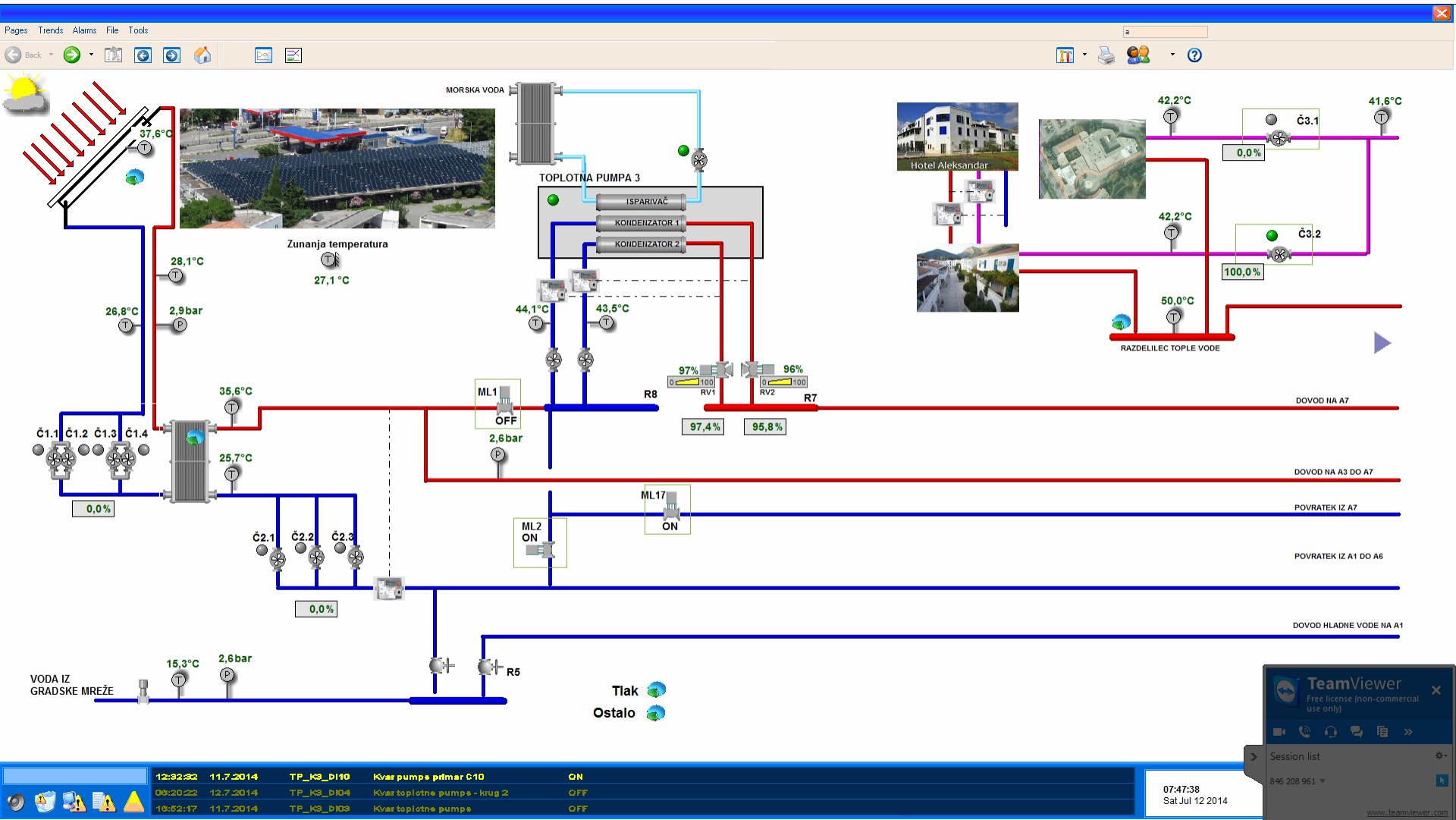
Aug	4362 m ³
-----	---------------------

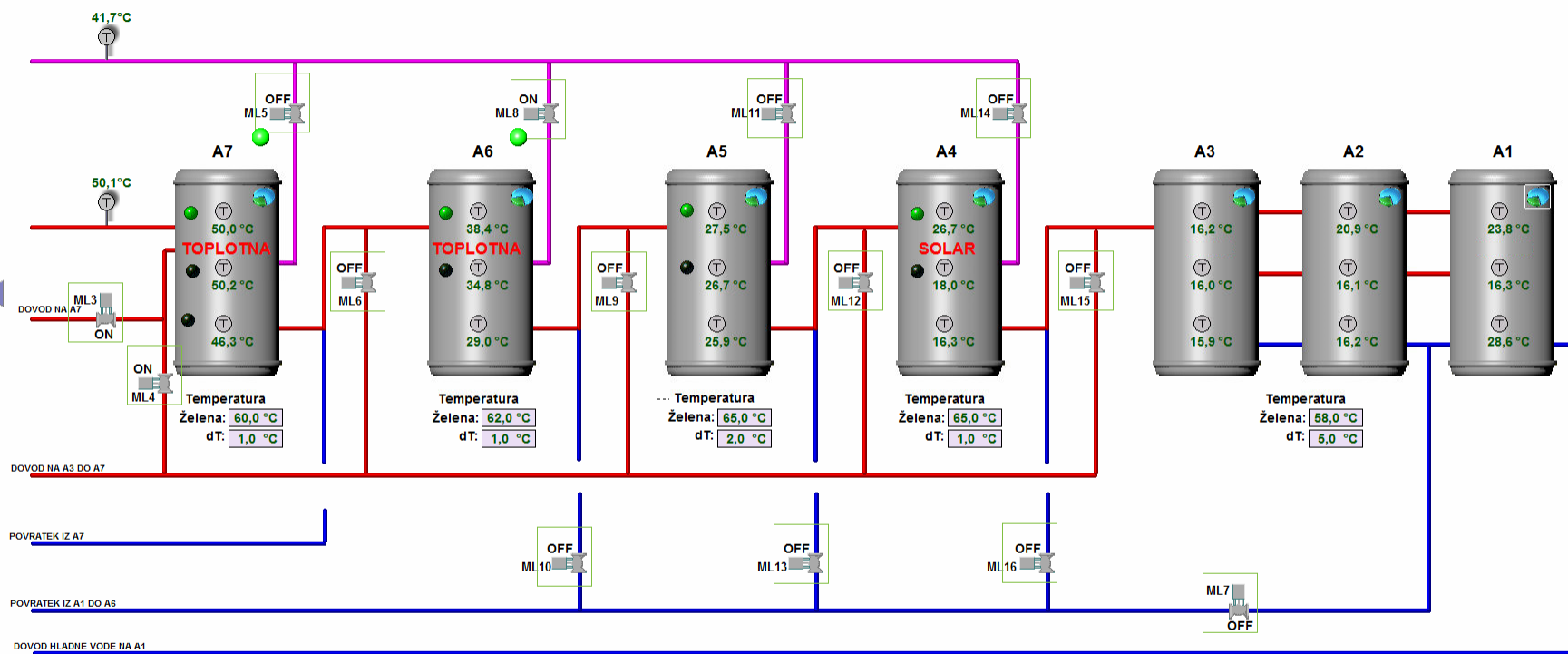
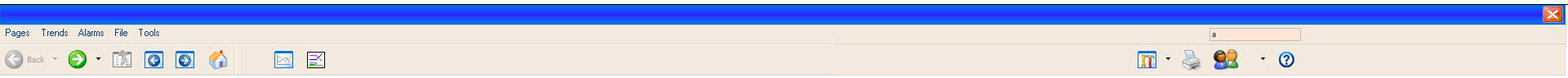
Avg 2014.

STV – Energija iz rezervoara

Ukupno 203 MWh

- Solar 172 MWh
- TP 31 MWh





12:32:32	11.7.2014	TP_K3_D110	Kvar pumpe pđmar C10	ON
08:20:22	12.7.2014	TP_K3_D104	Kvar toplotne pumpe - krug 2	OFF
18:52:17	11.7.2014	TP_K3_D103	Kvar toplotne pumpe	OFF

07:49:08
Sat Jul 12 2014

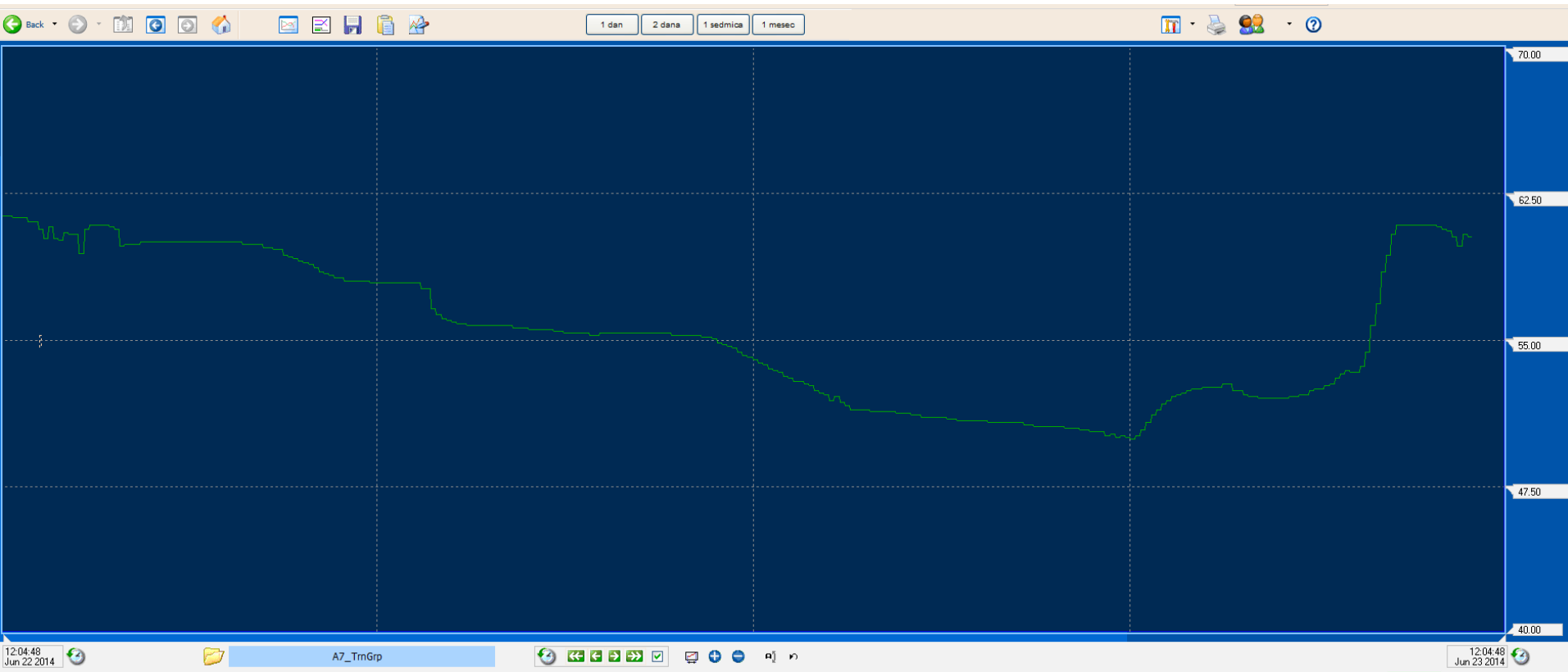
TeamViewer
Free license (non-commercial use only)

Session list

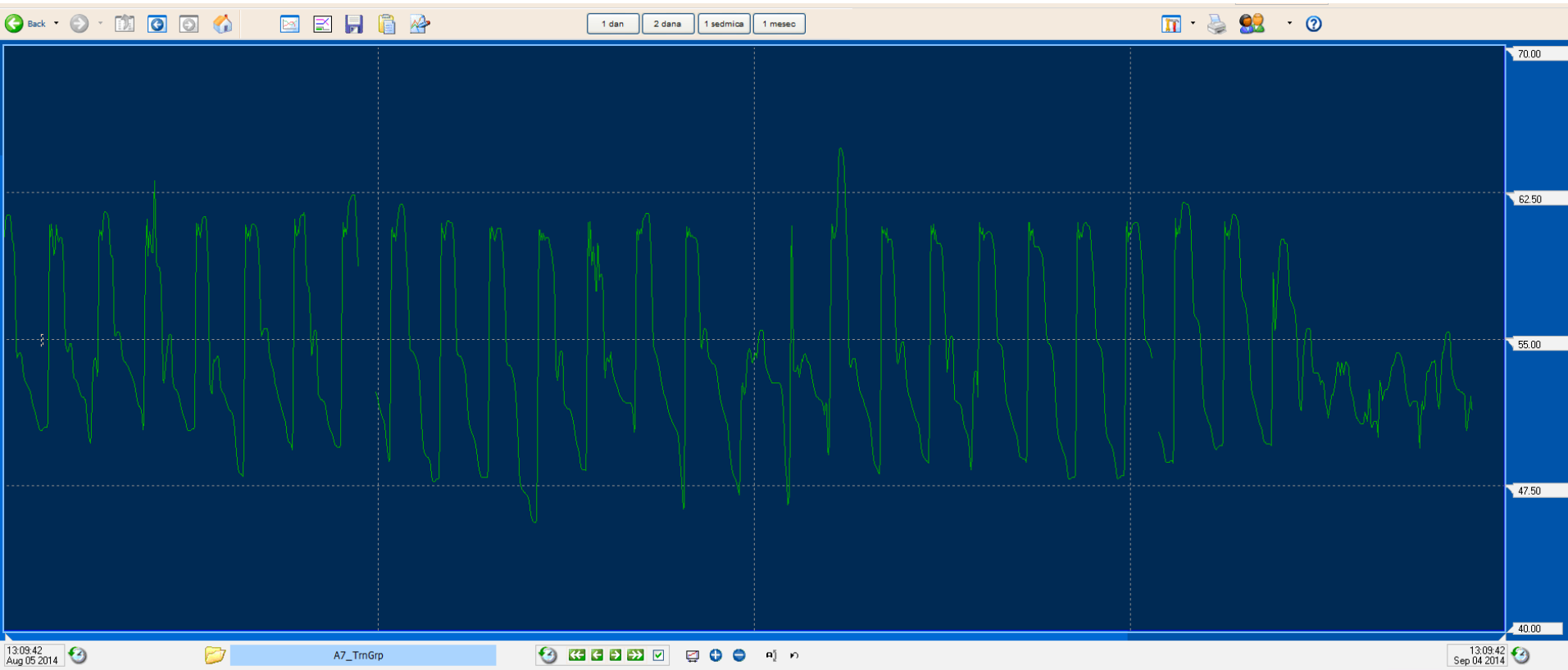
846 208 961

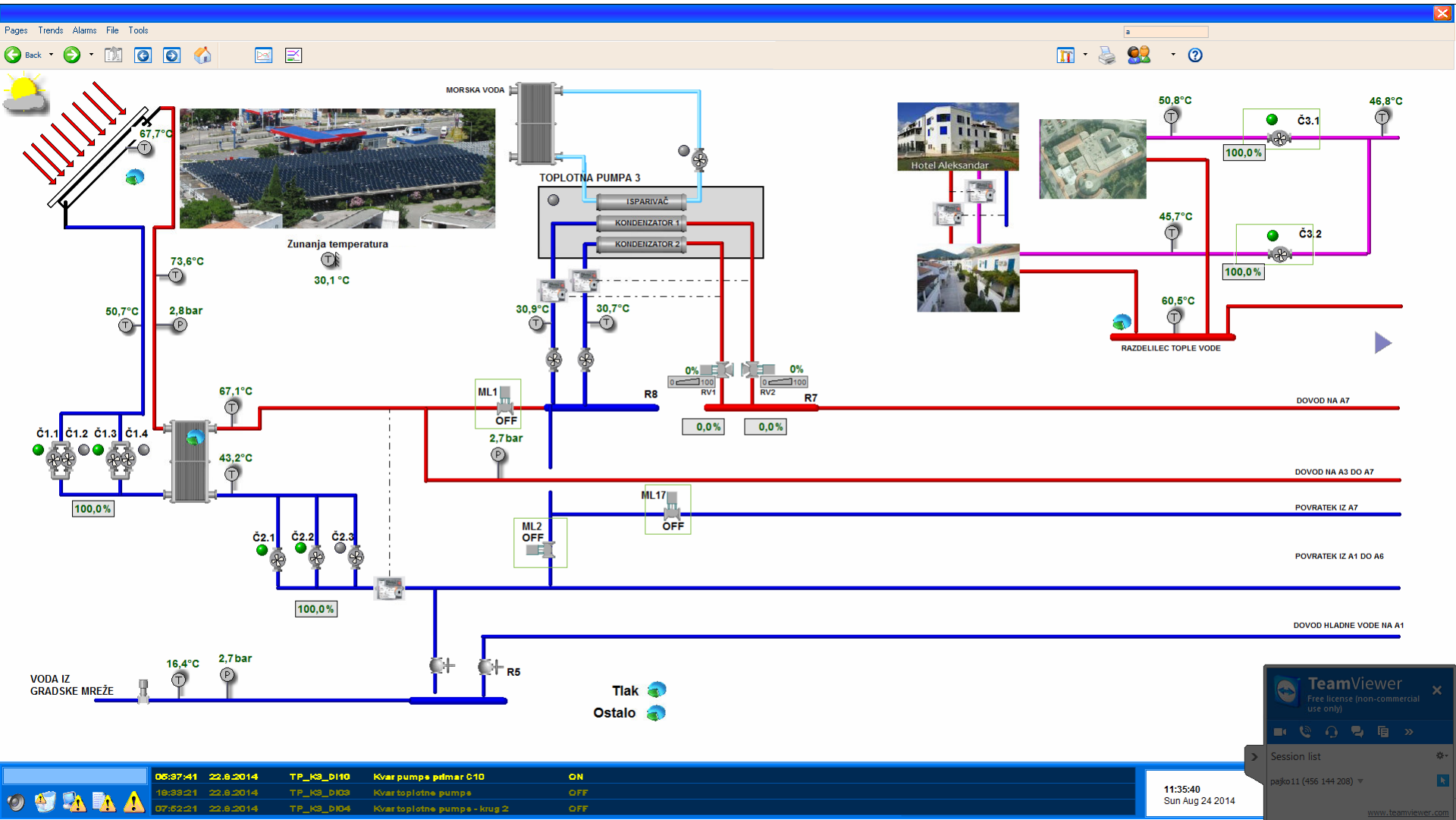
www.teamviewer.com

Changes in the water temperature during the day (22/06/2014)



Changes in water temperature during the month of August





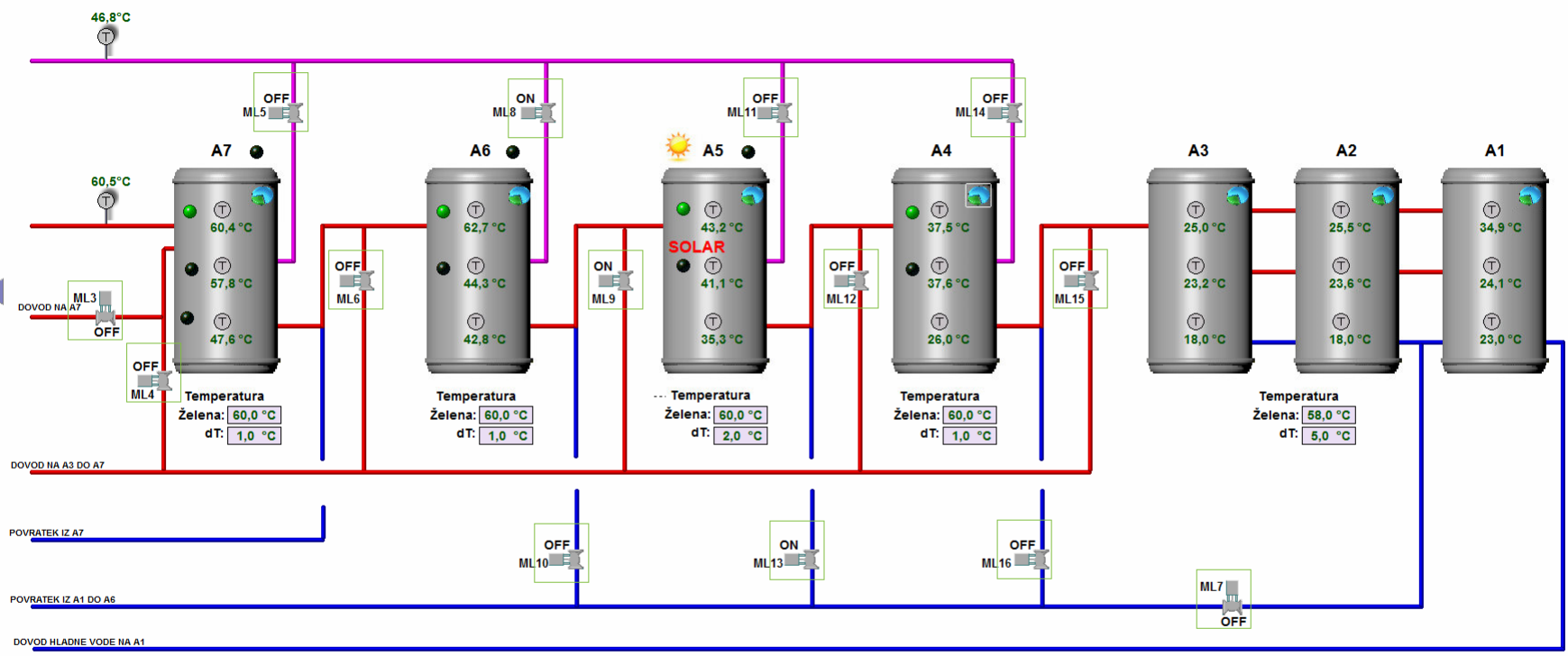
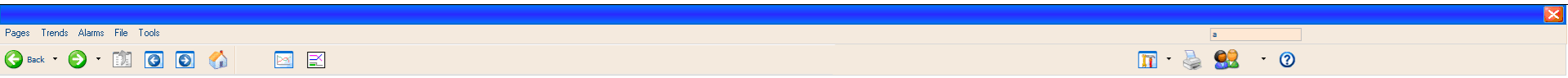
TeamViewer
Free license (non-commercial use only)

Session list

pejko11 (456 144 208)

www.teamviewer.com

05:37:41	22.8.2014	TP_K3_D110	Kvar pumpe podmar C10	ON
18:33:21	22.8.2014	TP_K3_D103	Kvar toplotne pumpe	OFF
07:52:21	22.8.2014	TP_K3_D104	Kvar toplotne pumpe - krug 2	OFF



05:37:41	22.8.2014	TP_K3_D110	Kvar pumpe podmar C10	ON
18:33:21	22.8.2014	TP_K3_D103	Kvar toplotne pumpe	OFF
07:52:21	22.8.2014	TP_K3_D104	Kvar toplotne pumpe - krug 2	OFF

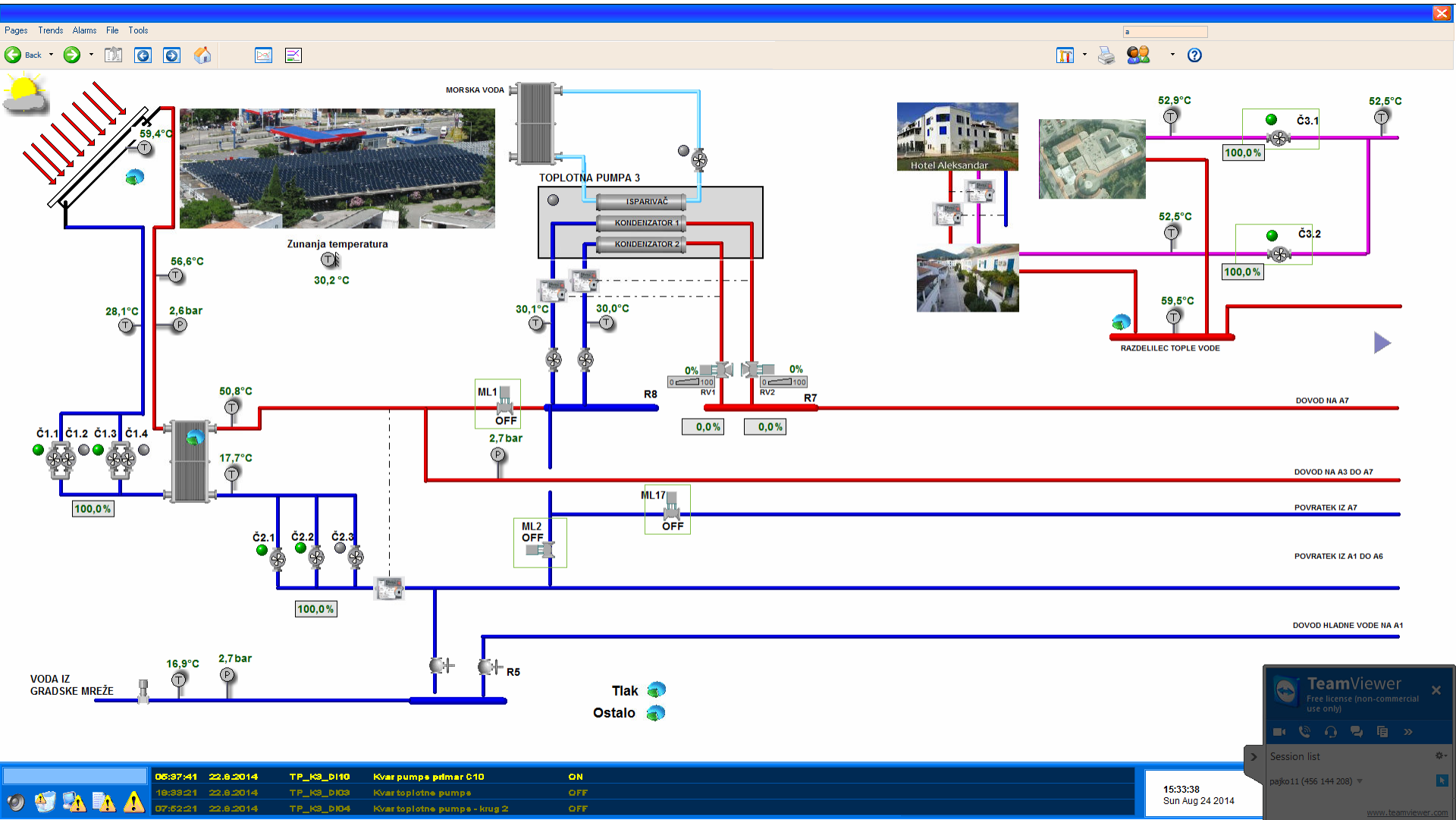
11:35:57
Sun Aug 24 2014

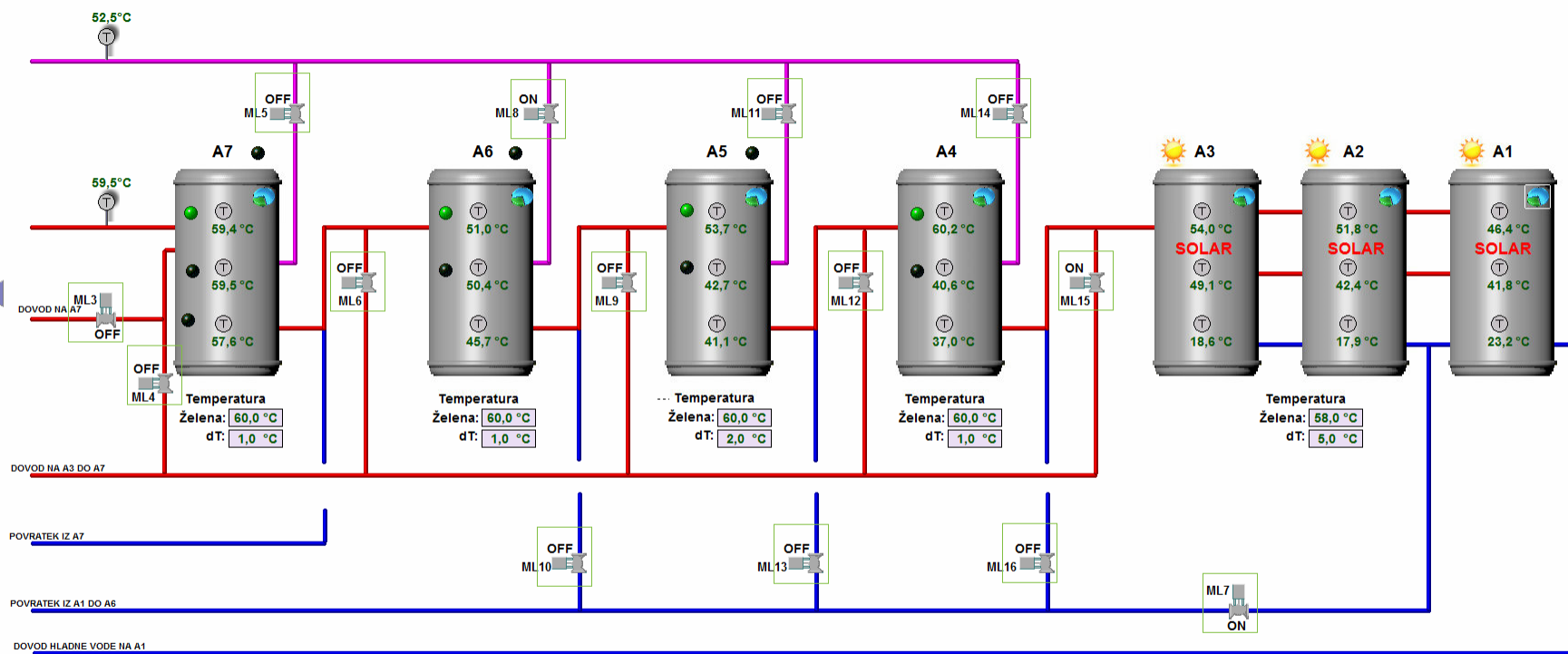
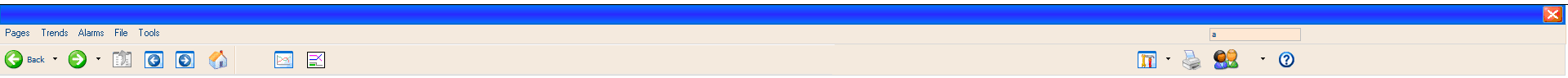
TeamViewer
Free license (non-commercial use only)

Session list

pejko11 (456 144 208)

www.teamviewer.com





05:37:41	22.8.2014	TP_K3_D110	Kvar pumpe pđmar C10	ON
18:33:21	22.8.2014	TP_K3_D103	Kvar toplotne pumpe	OFF
07:52:21	22.8.2014	TP_K3_D104	Kvar toplotne pumpe - krug 2	OFF

15:34:11
Sun Aug 24 2014

TeamViewer
Free license (non-commercial use only)

Session list

paiko11 (456 144 208)

www.teamviewer.com

Troškovi sanacije instalacija

Toplotna pumpa sa pripadajućom opremom	86.750 €
Solarni kolektori, cirkulacione pumpe i rekonstrukcija mašinske sale	861.984 €
Elektronski sistem za kontrolu i nadzor	54.656 €
Ukupno bez PDV-a	1,003.390 €

**Period otplate sa važećom cenom električne energije
- duži od 10 godina -**

U isto vreme u Nemačkoj bi period otplate bio 3 godine

□ Zaključak

- Ovaj rad treba da podseti starije projektante da smo pre mnogo godina među prvima u Evropi primenjivali toplotne pumpe sa najvećim koeficijentima grejanja, a da mlađe kolege podstakne na razmišljanje o energetske efikasnosti toplotnih pumpi sistema voda – voda u poređenju sa sve više korišćenim toplotnim pumpama sistema voda – vazduh,
- Uz pomoć sistema za kontrolu i nadzor može se konstatovati da je sprega solarnog sistema sa toplotnim pumpama energetski efikasno rešenje i značajno za očuvanje životne sredine,
- Bez podsticaja od strane državnih organa sa današnjim cenama električne energije ovakvo rešenje će se retko primenjivati zbog dužine perioda otplate.

Sanacijom i delimičnom rekonstrukcijom postojećeg sistema za pripremu sanitarne tople vode u hotelskom kompleksu u Budvi ostvareno je:

- Kompletna proizvodnja sanitarne tople vode za hotelski kompleks sa preko 2500 gostiju se ostvaruje pomoću **obnovljivih izvora energije**,
- Hotel Aleksandar ne priprema više STV pomoću električnog kotla,
- Temperatura vode u sistemu STV je podignuta sa 43°C na prosečnih 55°C uz manju potrošnju energije. Dnevno se u kraćem vremenskom intervalu postiže i temperatura vode preko 60°C čime se zadovoljavaju Evropski propisi koji se odnose na legionelu,
- Smanjena je mogućnost curenja R22 iz starih toplotnih pumpi,
- **Smanjena je emisija CO₂** jer je smanjena i potrošnja električne energije,
- Sistem za kontrolu i nadzor je omogućio efikasniji rad svih instalacija u okviru sistema za pripremu STV.

Hvala na pažnji i strpljenju

Pitanja?